



Fakulta zemědělská
a technologická
Faculty of Agriculture
and Technology

Jihočeská univerzita
v Českých Budějovicích
University of South Bohemia
in České Budějovice

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

FAKULTA ZEMĚDĚLSKÁ A TECHNOLOGICKÁ

Katedra techniky a kybernetiky

Bakalářská práce

Doprava v zemědělství – návrh modelu dopravníku

Autor práce: Vítek Plojhar

Vedoucí práce: Ing. František Špalek, Ph.D.

České Budějovice
2023

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem autorem této kvalifikační práce a že jsem ji vypracoval pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu použitých zdrojů.

V Českých Budějovicích dne 5.4.2023

.....
Podpis

Abstrakt

Bakalářská práce se zabývá rozsáhlým tématem dopravy materiálů v zemědělství. Problematika se skládá z poznání dopravovaného materiálu, jeho vlastností a charakteristik, která jsou potřeba znát k správnému určení způsobu dopravy nebo k správnému druhu manipulace. Po zjištění vlastností dopravovaného materiálu lze určit správný manipulační jednotku pro tyto břemena. V rámci porovnání dopravníků, jsou uvedeny nejpodstatnější systémy dopravníků v zemědělství a jejich obecný popis. V praktické části byl vymodelován šikmý mobilní pásový dopravník na obilné zrna. Na konci práce je vypočten objemový a hmotnostní dopravní výkon.

Klíčová slova: Doprava, materiál, dopravní zařízení, manipulační zařízení, dopravníky, pásový dopravník

Abstract

The bachelor thesis deals with the extensive topic of transport of materials in agriculture. The problematics consists of the knowledge of the transported materials, its properties and characteristics, which are necessary to know to determine the correct method of transport or the correct type of handling. Once the characteristics of the material being transported are known, the correct handling unit for these loads can be determined. As part of the conveyor comparison, there are listed one of the most important conveyor systems in agriculture and described their general description. In the practical part, an inclined portable belt conveyor for cereal grain was designed. Furthermore, it was designed for the simplest construction and low cost-effectiveness. At the end of the theses, the volumetric and mass transport performance is calculated.

Keywords: Transport, material, transport equipment, handling equipment, conveyors, belt conveyor

Poděkování

Poděkovat bych chtěl vedoucímu mé bakalářské práce Ing. Františku Špalkovi, Ph.D. za rady, ochotu a věnovaný čas během vedení mé práce. Dále bych chtěl poděkovat mé rodině za podporu během studia.

Obsah

Úvod.....	7
1 Úvod do problematiky dopravy materiálů v zemědělství	8
1.1 Doprava v zemědělství	9
1.2 Dpravované materiály	9
1.3 Manipulační jednotky	12
1.3.1 Palety	12
1.3.2 Kontejnery	13
1.4 Paletizace (význam, výhody, rozdělení palet).....	15
1.5 Manipulační a dopravní zařízení	16
1.5.1 Traktory	17
1.5.2 Nákladní automobily	19
1.5.3 Dampy	21
1.5.4 Teleskopické manipulátory	22
1.5.5 Stohovací a paletovací vozíky	26
2 Porovnání dopravníků v zemědělství a výběr nejpoužívanějšího z nich	27
2.1 Šnekové dopravníky	27
2.2 Pásové dopravníky	28
2.3 Řetězové dopravníky (redlery)	29
2.4 Korečkové dopravníky	30
2.4.1 Typy korečků	31
2.5 Pneumatické dopravníky	32
3 Návrh modelu dopravníku.....	34
3.1 Koncept pásového dopravníku	35
3.1.1 Výběr jmenovité dopravní rychlosti	35
3.1.2 Sklon dopravníku	36

3.1.3	Pás	36
3.1.4	Hnací a vratný buben	37
3.1.5	Napínací zařízení.....	40
3.1.6	Návrh speciálního držáku elektrobubny.....	41
3.1.7	Válečky	42
3.1.8	Rám dopravníku	44
3.1.9	Podvozek dopravníku.....	44
3.1.10	Objemový a hmotnostní výkon	46
3.1.11	Charakteristiky dopravníku.....	47
	Diskuse.....	48
	Závěr	50
	Seznam použité literatury.....	51
	Seznam obrázků	54
	Seznam tabulek	55
	Seznam použitých zkratk a symbolů	56
	Přílohy	57

Úvod

S dopravou břemen se setkáváme už od nepaměti, už v dávné Mezopotámii existovali první kolové dopravní prostředky. Od té doby jsem ve vývoji technologií ušli velkou vzdálenost, a to především v odvětví dopravy, která se prolíná do všech průmyslů na světě včetně zemědělství.

Doprava břemen je v zemědělství realizována především traktorovou dopravou a z menší části dopravou automobilovou. Traktory používají k dopravě přípojná zařízení, toto propojení je nazýváno dopravní soupravou.

K manipulaci s materiálem se v zemědělství využívají manipulační zařízení, mezi tyto zařízení patří traktory s čelním nakladačem, manipulátory, vysokozdvížené vozíky apod. Všechny tyto zařízení mohou k manipulaci, skladování nebo přepravování využívat manipulační jednotky, které usnadňují práci s materiály.

Doprava a manipulace s břemeny je v zemědělství esenciální složkou k úspěchu. V rostlinné, živočišné ale i ovocnářské výrobě je potřeba snižovat náklady a maximalizovat efektivitu práce, a to především v posledních letech, kdy ze zemědělství ubývá stále více pracovníků. To je podpořeno zaváděním různých technologií v řetězci výroby. Mezi nesčetné prvky tohoto jevu patří rostoucí využívání dopravníků pro nakládání, zpracování a přepravu sypkých, kapalných či pevných produktů, jako jsou potraviny, vlákna, paliva a vedlejší produkty z rostlinné nebo živočišné výroby.

Pro správné zavedení těchto prvků do řetězce výroby je potřeba znát přednosti jednotlivých systémů a vlastnosti dopravovaných břemen.

1 Úvod do problematiky dopravy materiálů v zemědělství

Zemědělská doprava se od ostatních obvyklých doprav různí v spoustě vlastnostech a faktorech, v zemědělství máme kombinaci faktorů jako například vzdálenost dopravy, rychlost dopravy, více směrů a změny toku dopravovaných materiálů, změny rychlosti těchto toků, vlastnosti dopravovaných materiálů se často liší (mechanicko-fyzikální a biologicko-chemické) a změny terénu. Velké rozdíly také nastávají z důvodu velké odlišnosti výrobních procesů, závislosti na přírodních podmínkách a přísným časovým uspořádáním.

Nejobvyklejším dělením ji rozlišujeme na dopravu v rostlinné a živočišné výrobě. Obě výroby se liší několika základními faktory. Zatímco v rostlinné výrobě je velkým faktorem sezonnost, tak v živočišné výrobě pojem jako sezonnost neexistuje a provoz pracuje neustále. Dále se různí v typech přepravovaných materiálů, přepravovaných vzdálenostech, v počtu změn směru toků apod.

Jedno z dalších dělení dopravy v zemědělství je na dopravu uvnitř podniku a na mimo podnikovou dopravu. Tyto dva druhy dopravy se liší především rychlostí dopravy, vzdáleností dopravy ale také použitou technikou. Také se odlišují svým významem pro daný podnik. Zatímco doprava uvnitř podniku slouží především k zpracování materiálu (mezi podnikem a polem), tak doprava mimo podniková většinou slouží k přepravě daných materiálu k odběratelům, nebo k dopravě od dodavatelů.

Všechny tyto akce jsou provázeny manipulačním a dopravním zařízením. Mezi tyto zařízení patří v českém zemědělství především traktory, které mají vysokou flexibilitu práce a dokážou břemena dopravovat pomocí tzv. souprav ale i s nimi manipulovat pomocí čelního nakladače. Dále se v zemědělství rozsáhle používají nákladní automobily, a to především pro mimo podnikovou dopravu. K manipulaci se mimo traktory, se také rozsáhle využívají teleskopické manipulátory, které se díky velké rozmanitosti adapterů mohou využívat takřka pro každou práci.

Pro statickou a kontinuální práci na krátké vzdálenosti jsou v zemědělství využívány dopravníky. Tyto dopravníky mají v zemědělství mnoho použití, mohou připravit a přepravovat krmiva, dávkovat krmné směsi, uskladňovat obilné zrna nebo jako výrobní linka. Dopravníky se podle způsobu dopravy materiálu dělí aktivní a pasivní. Mezi pasivní patří skluzové dopravníky, u těchto dopravníků dochází k pohybu gravitační silou. U aktivních dopravníků dochází k pohybu pomocí vlastního pohonu. Mezi

tyto dopravníky patří dopravník šnekový, pásový, řetězový, korečkový, pneumatický, vibrační a spirálový (Srový, 2008), (Bauer a kol., 2006).

1.1 Doprava v zemědělství

Doprava materiálu je v dnešní době nepostradatelná část výroby v každém průmyslu. Výjimkou není ani zemědělství kde zastupuje práce jako skladování, manipulování, přepravování a nakládání, všechny tyto operace dohromady tvoří soubor dopravy a manipulace v zemědělství. Jako doprava též může být chápáno spojení manipulačních jednotek s manipulačním zařízením.

V současné dopravě existuje mnoho způsobů dopravy (silniční, kolejová, vodní, letecká), v českém zemědělství je využíváno primárně silniční dopravy. Využít se dá také doprava kombinovaná, vzniká spojením dvou nebo více různých druhů dopravy (např. loď se zbožím doplue do přístavu, kde je zboží přeloženo na nákladní vlak).

Doprava v zemědělství zahrnuje přesun zemědělských produktů, jako jsou plodiny a zvířata, z farmy na trh nebo do skladu. Tyto produkty se mohou přepravovat různými způsoby, včetně nákladních automobilů, vlaků a lodí, českém zemědělství se jedná především o traktory v soupravě s přípojným zařízením nebo o nákladní automobily. Cílem dopravy v zemědělství je efektivně a bezpečně přepravit produkty k cíli, aniž by došlo k jejich poškození nebo ztrátě kvality. Doprava také hraje důležitou roli při zajišťování kontinuity dodávek potravin a zemědělských surovin pro spotřebitele a průmysl (Srový, 2008).

1.2 Dopravované materiály

Pro správné zvolení dopravního zařízení, dopravní jednotky a dopravní operace je nutná znalost vlastností určeného druhu dopravovaného materiálu. Materiál má vlastnosti mechanicko-fyzikální, chemický, biologický a případně jiné vlastnosti.

Materiály se dělí podle způsobu dopravy nebo formy materiálu. Kusový materiál se skládá z množství větších kusů a často se přepravuje v paletách, kontejnerech a dalších jednotkách.

Při výběru vhodné manipulační jednotky je důležitá znalost vlastností materiálu a jak ovlivňují dopravy. Mezi tyto vlastnosti patří velikost, hmotnost a počet materiálu.

Další podstatnou vlastností materiálu je rozměr jednotlivých částic, tento rozměr poté výrazně ovlivňuje sypný úhel materiálu (úhel pod kterým se materiál začne vracet na skloněném povrchu). Znalost sypného úhlu je esenciálním prvkem při vertikální dopravě materiálu na pásovém dopravníku.

Sypký materiál lze chápat jako materiál, který nemá soudržnost a s kterým lze manipulovat sypaním. V zemědělství se s těmito materiály setkáváme více než s materiály kusovými. Pro výběr dopravního zařízení pro dopravu či manipulaci sypkých materiálů je potřeba znát především jejich objemovou hmotnost. V tabulce 1 jsou uvedeny typické materiály v zemědělství a hodnoty jejich objemové hmotnosti, které jsou kritickým kritériem pro výběr správné dopravy.

U kapalných látek je objemová hmotnost stejná s hustotou kapaliny (Syrův, 2008).

Hlavní dělení materiálu z hlediska vlastností působící na výsledek manipulace a dopravy se dle Syrového (2008) dělí na:

1. Fyzikálně mechanické vlastnosti:

- a. sypkost (kusové, sypké);
- b. skupenství (pevné, kapalné, plynné);
- c. objemová hmotnost (Tabulka 1);
- d. velikost částic (hrubo zrné, středně zrné, malozrné, drobné, prachovité);
- e. sypný úhel;
- f. součinitel smykového tření;
- g. zvláštní vlastnosti (lepkavost, brodivost, teplota, vlhkost, soudržnost).

2. Chemické vlastnosti:

- a. nebezpečí pro zdraví (žíravé, jedovaté, vznětlivé, explodující).

3. Biologické vlastnosti:

- a. biologická činnost (aktivní, pasivní).

4. Náchylnost k poškození:

- a. největší povolená výška pádu.

5. Způsob balení:

- a. nebalené (volně ložené), pytlované, lisované, paletizované ve svazcích, v kartonech.

Tabulka 1: Hodnoty objemové hmotnosti materiálu v zemědělství (Srový, 2008)

Materiál	Objemová hmotnost (kg·m⁻³)	Materiál	Objemová hmotnost (kg·m⁻³)
Produkty rostlinné výroby		Pícniny	
Řepný chrást		Kukuřice silážní	
Čerstvý	190	Ve velkoobjemovém návěsu řezaná	400
Drcený sklízečem	380	Pícniny na semeno	
Porezaný	400	Volně ložené suché	25–35
Řízky		Ve sběracím návěsu	35–70
Řízky cukrovarské	820–1050	Seno	
Čerstvé lisované	700	Na řádku	10–20
Silážované	900	Ve skladu	50–150
Sušené (10% vody)	350–400	Lisované	15–260
Krmná řepa	600–700	Volně ložené	50–100
Bulvy	500–700	Ve sběracím návěsu	50–90
Přádné rostliny		Zelenina	
Len		Volně ložená	200–700
Semeno	650–700	V bednách	250–350
Stonek v balících	300	Cibule	550
Volně ložený	150	Mrkev	750
Konopí		Okurky	600
Semeno	400–500	Zelí hlávkové	400–500
Stonek	100	Odpad zeleniny	940
Pícniny		Ovoce	
Čerstvé pícniny		Bobuloviny v bednách	700
Na řádku	28–35	Jádrové a citrusové v bednách	500
Ve sběracím návěsu	120–230	Ovoce volně skladované	550
Ve velkoobjemovém návěsu porezané	150–400	Chmel	
Zavadlé pícniny		Chmel v pytlích	150
Na řádku	15–25	Chmel volně sypaný syrový	100
Ve sběracím návěsu	150–250	Chmel volně sypaný sušený	20
Lisované	220–380	Chmel v žocích	300
Ve velkoobjemovém návěsu porezané	350–450	Semena	
Sláma		Ovoce a zeleniny	300
Ve sběracím návěsu	30–80	Travin	160–500
Suchá řezaná	20–40	Jetele	730–780
Vlhká řezaná	50–80	Vojtěšky	760–790
Ve skladu (stohu)	40–100	Hnojiva organická	
Lisovaná nízkotlakým lisem	80–90	Hnůj čerstvý (chlévská mrva)	650–700
Lisovaná vysokotlakým lisem	110–200	Hnůj uleželý	800–900
Po uložení	40–50	Drůbeží trus s podestýlkou	475
Slehlá	60–100	Kejda prasat	960
Suchá na řádku	11–15	Kejda skotu	990
Vlhká na řádku	15–20	Kejda drůbeže (90% vlhkost)	961
Vlhká porezaná ve velkoobjemovém návěsu	50–80	Kompost (45% vlhkost)	600–800
Suchá porezaná ve velkoobjemovém návěsu	20–40	Rašelina (70% vlhkost)	500–1100

1.3 Manipulační jednotky

Prostředek určený ke snadné manipulaci materiálem, se kterým lze manipulovat pomocí manipulačních zařízení (manipulátory, vysokozdvizné vozíky...) (Celjak, 2013).

Druhy manipulačních jednotek dle Celjaka (2013):

- palety;
- kontejnery;
- ohradové palety;
- vaky;
- přepravky a koše;
- bedny.

1.3.1 Palety

Palety jsou nejpopulárnější volbou mezi manipulačními jednotkami. Palety jsou standardizované přepravní plošiny používané ke skladování, přepravování z pravidla kusových materiálů. Výrobní materiály se liší podle použití a místa použití, bývají vyrobeny z dřeva, kovů a plastů (Celjak, 2013).

Palety se podle Celjaka (2013) rozdělují dle konstrukce na:

- prosté;
- sloupkové;
- ohradové;
- skříňové.

Každé provedení palet má dopředu dané rozměry viz tabulka 2

Tabulka 2: Základní technické údaje palet (Celjak, 2013)

Druh palety	Vlastní hmotnost (kg)	Nosnost (kg)	Půdorysné rozměry (mm)
Prostá paleta dřevěná	25	1 500	1200 x 800 x 140
Lisovaná dřevěná paleta	7,5	250	1200 x 800 x 140
Plastová paleta plná	23	4 500	1200 x 800 x 150
Plastová paleta odlehčená	20	500	1200 x 800 x 130
Plastová paleta roštová	20	1 000	1200 x 800 x 145
Ohradová paleta s kovovými nástavci	85	1 500	970 x 1240 x 835

1.3.2 Kontejnery

Kontejnery slouží jako přepravní jednotka pro velké náklady na větší dopravní vzdálenosti. Díky jejich velkému počtu konstrukcí umožňují dopravu takřka jakéhokoli druhu materiálů (kusové, sypké, kapalné apod.) Všechny tyto konstrukce mají standardizované rozměry, takže není potřeba používat různé stroje nebo adaptéry pro manipulaci. Pro Českou republiku a Evropu spadají hlavně rozměry stanovené normou ISO pro řadu 1, případně 2 (Hrabovský, 2021).

Základní rozměry pro řadu 1 jsou uvedeny v tabulce 3

Tabulka 3: Základní rozměry kontejnerů ISO řady 1 (Hrabovský, 2021).

Jmenovitá délka		Jmenovitá výška		
(m)	(stop)	2 438 mm	2 591 mm	Méně než 2 438 mm
12	40	1A	1AA	1AX
9	30	1B	1BB	1BX
6	20	1C	1CC	1CX
3	10	1D	-	1DX

Základní rozměry a tolerance pro kontejnery ISO řady 2 jsou uvedeny v tabulce 4

Tabulka 4: Základní rozměry kontejnerů ISO řady 2 (Hrabovský, 2021).

Označ kont.	Délka L			Šířka W			Výška H		
	(mm)	tol.	(stop)	(mm)	tol.	(stop)	(mm)	tol.	(stop)
2AAA	14 935	0 -10	49'	2 595	0	8'6''	2 896	0	9'6''
2AA	14 945	0 -10	49'	2 595	0	8'6''	2 591	0	8'6''
2CCC	7 430	0 -6	24'2.5''	2 595	0	8'6''	2 896	0	9'6''
2CC	7 430	0 -6	24'2.5''	2 595	0	8'6''	2 591	0	8'6''

1.3.2.1 Rozdělení kontejnerů

Kontejnery se často rozdělují do několika kategorií v závislosti na typu přepravovaného zboží, podle objemu kontejneru, podle ISO řady a podle oblasti využití (Hrabovský, 2021).

Rozdělení kontejnerů dle Hrabovského (2021):

- Kontejnery pro všeobecné využití (univerzální);
- Kontejnery plošinové (s plošinovým spodkem);
- Kontejnery nádržkové;
- Kontejnery termické.

Kontejner pro všeobecné využití (General Purpose Container, GP Container) je nejběžnějším typem kontejneru a používá se k přepravě širokého spektra zboží, jako jsou stroje, materiály a další. Tyto kontejnery jsou vyrobeny z ocelových profilů a mají standardní velikosti dle ISO řady. Tyto kontejnery lze snadno přepravovat na lodích, vlacích, nákladních autech a využívají se jako všestranný nástroj pro přepravu zboží po celém světě. Kontejnery pro všeobecné nabízejí vynikající kapacitu, odolnost a bezpečnost při přepravě zboží na velké vzdálenosti.

Kontejner s plošinovým spodkem (Platform based container) je speciální typ kontejneru, který se používá k přepravě nadměrných, těžkých nebo netradičně tvarovaných materiálů. Tyto kontejnery se liší od běžných kontejnerů tím, že nemají pevné boční stěny, ale mají jen plošinový spodek, což umožňuje snadné nakládání a vykládání těžkých nebo nadměrných materiálů

Tento typ kontejnerů je využíván k transportu teplotně citlivého zboží, jako jsou potraviny, léky a další produkty, které vyžadují přesnou kontrolu teploty. Tyto kontejnery jsou vybaveny elektrickými nebo dieselovými agregáty, které udržují vnitřní teplotu v požadovaném rozmezí, a tím zabraňují kontaminaci nebo znehodnocení přepravovaného zboží. Tyto kontejnery jsou ideální pro přepravu zboží s krátkou životností, jako jsou čerstvé potraviny, a pro přepravu produktů, které vyžadují přesnou kontrolu teploty během přepravy, jako jsou farmaceutické produkty (Hrabovský, 2021).

Nádržkový kontejner (Tank Container) je speciální typ kontejneru určený k přepravě tekutin (voda, mléko, chemikálie, ropa a další). Tyto kontejnery mají rámovou konstrukci, která vyhovuje požadavkům normy ISO 1496-3, v této konstrukci je nádrž. Nádržkové kontejnery lze jako ostatní kontejnery snadno přepravovat na lodích, vlacích, nákladních autech (Hrabovský, 2021).

1.4 Paletizace (význam, výhody, rozdělení palet)

Paletizace je druh manipulační soustavy, to je soubor prvků, které slouží k manipulaci s materiálem. Tyto prvky zahrnují manipulační zařízení, jako je vysokozdvizný vozík, teleskopický manipulátor, ruční paletový vozík atd. Tyto prvky spolu s manipulačními jednotkami, jako jsou například palety, kontejnery, bedny apod. tvoří celkovou manipulační soustavu. Měli by především poskytovat schopnost manipulovat s větším počtem materiálu najednou (Celjak, 2013).

Palety mohou být rozděleny podle různých kritérií, jako jsou například velikost, materiál, konstrukce a způsob použití.

Podle velikosti se nejčastěji používají palety standardních rozměrů, jako jsou například EUR palety (1200 x 800 mm) nebo ISO palety (1200 x 1000 mm). Existují však také palety nestandardních velikostí, které jsou navrženy pro specifické účely.

Podle materiálu jsou palety nejčastěji vyrobeny z dřeva, kovu nebo plastu. Dřevěné palety jsou nejrozšířenější, protože jsou relativně levné a snadno dostupné. Jsou nejstarším typem palet a dodnes se využívají v mnoha průmyslových odvětvích, včetně zemědělství, stavebnictví a logistiky. Jsou velmi všestranné a mohou být použity pro širokou škálu produktů, včetně sušších i vlhkých prostředí. Tyto palety mohou být také snadno opraveny a opětovně použity, což pomáhá snižovat náklady. Jejich cenová dostupnost spolu s nízkými náklady na provozování je důvodem, proč se stále používají v tak vysokém měřítku.

Plastové palety jsou vyráběny z materiálů, jako je polyethylen nebo polypropylen. Tyto materiály zajišťují pár výhod z hlediska hygieny a bezpečnosti. Neobsahují ostré hrany ani hřebíky, což minimalizuje riziko úrazů při manipulaci s paletami. Plastové palety jsou také snadno čistitelné, což zajišťuje hygienické podmínky pro přepravu potravinových produktů. Oproti ostatním paletám z jiných materiálů mají plastové palety několik výhod, například jsou odolné vůči vodě, vlhkosti a chemickým látkám. Výhodou plastových palet je jejich lehkost a snadná manipulace. Plastové palety jsou také recyklovatelné. Po ukončení jejich životnosti mohou být recyklovány a použity k výrobě nových palet, čímž se snižuje množství odpadu.

Kovové palety se často používají v průmyslových odvětvích, jako je automobilový průmysl, chemický průmysl a logistika, kde je nutné přepravovat a vydržet zátěž těžkých materiálů. Díky výrobním materiálům, jakými jsou ocel, hliník apod. jsou tyto palety velmi odolné a mohou odolávat extrémním teplotám, vysokým zatížením a vlivům chemikálií (Celjak, 2013), (Hrabovský, 2021).

Podle konstrukce se palety liší podle potřeb pro specifické použití, sloupkové palety jsou typy palet, které jsou navrženy s vertikálními sloupky nebo podpěrami. Umožňují úsporné využití prostoru ve skladu, kde je potřeba maximalizovat prostor pro skladování využitím vertikálního prostoru a jsou běžně používány především pro manipulaci s tyčovými materiály, zatímco ohradové palety mohou být použity pro širokou škálu břemen například potravinářské produkty nebo malé nebalené materiály (šrouby, ložiska, šrot...) (Hrabovský, 2021), (Celjak, 2013).

1.5 Manipulační a dopravní zařízení

K manipulačním prostředkům neodmyslitelně patří také manipulační zařízení pomocí, kterých přepravujeme, manipulujeme nebo skladujeme.

Vozidla pro dopravu mohou být rozdělena do několika kategorií na základě různých kritérií, jako jsou účel, velikost, pohonný systém a způsob pohybu. Mezi nejčastěji používané kategorie patří:

- Osobní vozidla – Osobní vozidla jsou určena pro přepravu osob a jejich zavazadel. Tato vozidla jsou vhodná pro krátké a střední vzdálenosti a jsou nejčastěji využívána pro individuální přepravu.
- Nákladní vozidla – tato vozidla jsou určena pro přepravu nákladů a jsou vybavena větší kapacitou pro náklad a pevnější konstrukcí. Tato vozidla jsou vhodná pro dlouhé vzdálenosti a pro přepravu většího množství zboží.
- Autobusy – Autobusy jsou určeny pro přepravu většího počtu osob. Tyto vozidla jsou nejčastěji využívána pro městskou hromadnou dopravu a pro přepravu osob na větší vzdálenosti.
- Tahače a přívěsy – vozidla, která jsou spojena k sobě pomocí tažného mechanismu a slouží pro přepravu nákladů na velké vzdálenosti.
- Speciální vozidla – vozidla určena pro speciální účely, jako jsou hasičská vozidla, sanitky, vojenská vozidla a další.

Rozdělení vozidel pro dopravu je důležité pro lepší organizaci a regulaci dopravy. Každá kategorie má své specifické vlastnosti, přednosti a nevýhody, a proto je důležité zvolit správné vozidlo pro konkrétní účel a potřeby. Správná volba vozidla může zlepšit efektivitu přepravy a snížit náklady na dopravu (Srový, 2008), (Celjak, 2013).

1.5.1 Traktory

Traktory jsou důležitými stroji v zemědělství a dalších oblastech, které vyžadují tažnou sílu a pohyb velkých nákladů. Tyto stroje jsou vybaveny výkonnými motory a řadou příslušenství, které umožňují ovládání různých úkolů a činností.

V zemědělství jsou traktory klíčovými stroji pro zpracování půdy, včetně orby a zaorávání, sázení a sklizně, a přepravu zemědělských produktů a zásob. Moderní traktory jsou vybaveny nejnovějšími technologiemi, které umožňují zvyšování výroby a snižování emisí. Pokročilé GPS systémy a další technologie pomáhají zlepšovat přesnost a efektivitu zemědělských operací.

Traktory jsou také důležité pro lesnictví a těžbu dřeva. Tyto stroje jsou využívány pro různé lesnické práce, jako je kácení stromů a přeprava dřeva. Traktory jsou také klíčovými stroji pro údržbu silnic a cest, včetně sněhových pluhů a údržby pozemních komunikací.

V posledních letech se traktory staly stále více automatizovanými. Tyto stroje jsou vybaveny nejmodernějšími systémy pro řízení a ovládání, včetně samostatného ovládání a řízení. Tyto technologie umožňují řidičům traktorů snížit únavu a zvýšit efektivitu při práci.

Nicméně, s většími traktory přicházejí i vyšší náklady na nákup a údržbu. Tyto stroje vyžadují kvalifikovaného řidiče, který má správné školení a zkušenosti pro ovládání tak velkého stroje. Traktory také vyžadují pravidelnou údržbu a servis, aby se zajistilo, že budou vždy v provozuschopném stavu.

Výběr správného traktoru závisí na konkrétních potřebách a úlohách. Je důležité zvolit traktor, který splňuje potřeby vašeho podnikání, ale také, který je v souladu s vaším rozpočtem a dalšími faktory (Bauer a kol., 2006).



Obrázek 1: Moderní traktor Case IH Puma 185 (vlastní zdroj)

1.5.1.1 Přípojná zařízení

Připojovací zařízení (vozidla) nedisponují vlastním pohonem, avšak jsou tažena dopravním nebo manipulačním zařízením. Propojení těchto vozidel se označuje jako souprava. Připojovací zařízení přenášejí určitou část své hmotnosti a zároveň rozšiřují transportní schopnosti dopravních zařízení (Celjak, 2013).

Přípojná zařízení se podle vyhlášky dělí dle provozní hmotnosti na:

- O₁ – přípojná vozidla, jejichž největší přípustná hmotnost nepřevyšuje 750 kg;
- O₂ – přípojná vozidla, jejichž největší přípustná hmotnost převyšuje 750 kg, ale nepřevyšuje 3 500 kg;
- O₃ – přípojná vozidla, jejichž největší přípustná hmotnost je nad 3 500 kg, ale nepřevyšuje 10 000 kg;
- O₄ – přípojná vozidla, jejichž největší přípustná hmotnost převyšuje 10 000 kg;
- OT₁ – přípojná vozidla traktoru, jejichž největší přípustná hmotnost nepřevyšuje 1 500 kg;
- OT₂ – přípojná vozidla traktoru, jejichž největší přípustná hmotnost je nad 1 500 kg, ale nepřevyšuje 3 500 kg;
- OT₃ – přípojná vozidla traktoru, jejichž největší přípustná hmotnost je nad 3 500 kg, ale nepřevyšuje 6 000 kg;
- OT₄ – přípojná vozidla traktoru, jejichž největší přípustná hmotnost převyšuje 6 000 kg (Vyhláška č. 341/2014 Sb.)

Dále se dle Celjaka (2013) dají rozdělit na:

- přívěsy;
- návěsy.



Obrázek 2: Přípojně zařízení přívěs na balíky (vlastní zdroj)

1.5.1.2 Čelní nakladače

V počátcích 20. století byly traktory vybavovány nakládací lopatou, poháněnou pomocí táhel a lan. Z této technologie se postupně vyvíjely další stroje, jako například bagry a dozery. Postupem času se čelní nakladače zdokonalily a nyní je to zařízení, které se připojuje na přední část traktoru a slouží k manipulaci s nákladem, jako jsou například pytle s obilím, palety, balíky, dřeviny nebo slouží k odstraňování sněhu a zeminy v zahradnickém odvětví. Tento nakladač se skládá z hydraulicky ovládaných paží, na které je připojen adapter jako například lopata, vidle na palety, kleště na balíky nebo jiné pracovní nástroje, které umožňují nakládat a vykládat různé druhy nákladu. Čelní nakladače jsou běžně používány v zemědělství a lesnictví, ale také v průmyslu a ve stavebnictví, kde slouží k přesunu a manipulaci s různými materiály. Tyto nakladače jsou velmi užitečné pro zlepšení efektivity a produktivity práce a dále rozšiřují flexibilitu práce u traktorů (Bauer a kol., 2006), (Srový, 2008).

1.5.2 Nákladní automobily

Motorová vozidla základní kategorie N (nákladní automobily) mají nejméně čtyři kola a člení se podle zákona č. 56/2001 Sb. na kategorie:

- N1 – vozidla, jejichž nejvyšší přípustná hmotnost nepřevyšuje 3 500 kg
- N2 – vozidla, jejichž nejvyšší přípustná hmotnost převyšuje 3 500 kg, ale nepřevyšuje 12 000 kg
- N3 – vozidla, jejichž nejvyšší přípustná hmotnost převyšuje 12 000 kg

Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) 2018/858 rozděluje vozidla do kategorií N1, N2 a N3 shodným způsobem.

Nákladní automobily by se dále mohly dělit podle jejich účelu, respektive jaký druh materiálu přepravují.

Chladírenské nákladní automobily jsou speciální druh nákladních vozidel, které jsou vybaveny chladícím zařízením, které udržuje nízkou teplotu v nákladovém prostoru. Tyto nákladní automobily jsou obvykle využívány pro přepravu různých druhů potravin, jako jsou maso, ryby, mléčné výrobky, ovoce a zelenina, které jsou velmi citlivé na změny teplot a mohou být poškozeny během přepravy, pokud nejsou udržovány při správné teplotě. Chladírenská vozidla jsou také využívána pro přepravu léků, kosmetiky a dalšího zboží, které vyžaduje nízkou teplotu.

Zboží uložené na paletách je převáženo pomocí nákladních automobilů s plachtovými nástavbami. Tyto nástavby mají výhodu rychlého otevření a zavření celého nákladového prostoru, což usnadňuje nakládku a vykládku. Na druhou stranu, pro přepravu sypkých materiálů, jako jsou šterk, písek a zrniny, jsou vhodnější nákladní automobily se sklápěcími korbami.

Cisternové nákladní automobily jsou speciálně navrženy k přepravě kapalných nebo plyných materiálů, jako jsou paliva, chemikálie, voda nebo potravinové produkty. Tyto automobily mají nádrž s uzavíratelným víkem a jsou vybaveny čerpadlem pro nakládku a vykládku. Bezpečnost a přesnost jsou klíčové prvky při přepravě nebezpečných chemikálií. Pro zvýšení bezpečnosti jsou cisternové nákladní automobily obvykle vybaveny systémy pro kontrolu teploty, tlaku, vlnolamy apod. Nicméně, kvůli jejich potenciálním rizikům, musí být provozovány s opatrností a pouze kvalifikovanou obsluhou.

Vozidla klasifikace N1 jsou zahrnuje malé nákladní automobily, pick-upy a dodávky. Tyto vozidla mohou být používána pro komerční nebo osobní účely, jako je přeprava zboží ale také jako pracovní vozy nebo pro osobní využití. Většinou jsou používány k odklizení materiálu v zahradnictví, svoz odpadu apod.



Obrázek 3: Automobil kategorie N1 s nástavbou (Celjak 2017)

Kategorie N2 je klasifikace pro vozidla určená pro přepravu nákladu s celkovou hmotností mezi 3,5 až 12 tunami. Tato kategorie zahrnuje středně velká nákladní vozidla, jako jsou menší nákladní automobily, sklápěče, kontejnerové, skříňové nákladní automobily a nosiče výměnných nástaveb. Tyto vozidla jsou obvykle používána pro

komerční účely, jako je přeprava zboží, stavební materiálů a dalšího nákladu na kratší a střední vzdálenosti. Tyto vozidla musí být řízena osobami s odpovídající řidičskou oprávněním a podléhají přísným bezpečnostním a provozním předpisům.

Kategorie N3 je klasifikace pro vozidla určená pro přepravu nákladu s celkovou hmotností větší než 12 tun. Tato kategorie zahrnuje velká nákladní vozidla, jako jsou tahače s návěsy, kontejnerové a skříňové nákladní automobily a další těžká nákladní vozidla. Tyto vozidla jsou obvykle používána pro přepravu velkých nákladů na dlouhé vzdálenosti, jako jsou například mezinárodní kamionové přepravy. Tyto vozidla musí být řízena osobami s odpovídající řidičskou oprávněním a podléhají přísným bezpečnostním a provozním předpisům. Kategorie N3 je důležitá pro mnoho odvětví, jako je mezinárodní přeprava zboží, logistika a doprava, kde je potřeba přepravovat velké množství nákladů na velké vzdálenosti (Celjak 2017).

1.5.3 Dampry

Dampr je těžký nákladní vůz používaný v dolech a těžkých stavebních prostředích k přepravě materiálů, jako je drcená hornina. Dampry mají podobnou konstrukci jako sklápěcí vozy, ale bývají robustnější a také mnohem větší, protože jsou určeny pro aplikace, kde je třeba pravidelně přepravovat velké objemy materiálu. Několik výrobců vyrábí řadu nákladních automobilů různých velikostí a na požádání je může upravit pro konkrétní aplikace, například pro práci v extrémně chladném nebo horkém prostředí, kde by u běžných modelů mohlo dojít k poruše.

Dampr zahrnuje kabinu pro řidiče a velké přepravní lože. Ložná plocha se může vyklápět, aby bylo možné vysypat náklad, a může mít také otevírací dveře, kterými se obsah vysype. Odtahové vozy mají velmi vysokou nosnost a konstrukci, která pojme extrémně těžké náklady jako např. kamenivo, rozbitý beton a další materiály, které se vyskytují v dolech a na velkých staveništích, bývají těžké a velkoobjemové, a proto je nutný tento speciální tahač (Celjak, 2013).



Obrázek 4: Kolovy dampr (Celjak, 2017)

Charakteristikou damprů je jejich enormní velikost, avšak není to pravidlem, dampry jsou dodávány v několik velikostních kategoriích. Tyto kategorie jsou navrhovány pro specifické použití, ve kterém záleží na jejich průchodnosti terénem a podle požadovaného objemu korby. Jak už jsme si řekli, ty největší bývají používány v dolech a těžkém stavebnictvím, zatímco ty menší mohou být využívány pro ty nejzákladnější dopravní práce jako např. odvoz odpadu, převoz produktů v ovocnářství, zahradnictví nebo jiných oblastech (Celjak, 2013).

Podle Celjaka (2013) lze dampry dělit podle velikosti na:

- mini dampry;
- malé dampry;
- střední dampry;
- velké dampry.

1.5.4 Teleskopické manipulátory

Teleskopický manipulátor je stroj, široce používaný v zemědělství a průmyslu. Vznikl na základě vysoko zdvižného vozíku, ale má teleskopické rameno, které z něho dělá „jeřáb“ se zvýšenou pohyblivostí a efektivitou v malých prostorech.

Teleskopické manipulátory jsou v zemědělství využívány k řadě úkolů. Jednou z hlavních oblastí využití jsou manipulace s náklady, jako jsou balíky slámy, hnojiva a další. Také může být využíván k úklidu naneseného bordelu na silnice apod.

Manipulátory mohou snadno změnit pracovní adapter, což zvyšuje efektivitu práce a šetří čas a úsilí.

Výhodou teleskopických manipulátorů je jejich flexibilita a jejich vertikální dosah. Tyto stroje také umožňují řidiči manipulovat s nákladem z bezpečné vzdálenosti, což zvyšuje bezpečnost při práci.

Mezi nejznámější výrobce teleskopických manipulátorů pro evropský trh patří například JCB, BOBCAT, JLG či Manitou (Srový, 2008).



Obrázek 5: Teleskopický manipulátor JCB s lopatou (vlastní zdroj)

Jedna z největších výhod teleskopických manipulátorů je velká rozmanitost adaptérů pro různá využití jak v zemědělství, tak v průmyslu (Syrový, 2008).

V zemědělství se podle Syrového (2008) můžeme setkat s těmito adaptéry:

- lžice určené k přepravě materiálů (obrázek 6);
- těžební lžice;
- drapák na balíky;
- drapák na seno, slámu;
- drapák na kulaté balíky (obrázek 6);
- pracovní plošina;
- paletizační vidle (obrázek 6);
- jeřábový hák;
- jeřábový naviják;
- zametací kartáč.

V zemědělství je nejběžnějším přídatným zařízením pro teleskopický manipulátor lžice nebo drapák, opět nejběžnější aplikací je přemísťování břemen z míst nedosažitelných pro jiné stroje. Například teleskopické manipulátory mají schopnost sáhnout do vysoce postaveného přívěsu nebo násypky.

Teleskopické manipulátory lze vybavit také třetím bodem a pomocným náhonem (Syrový, 2008).

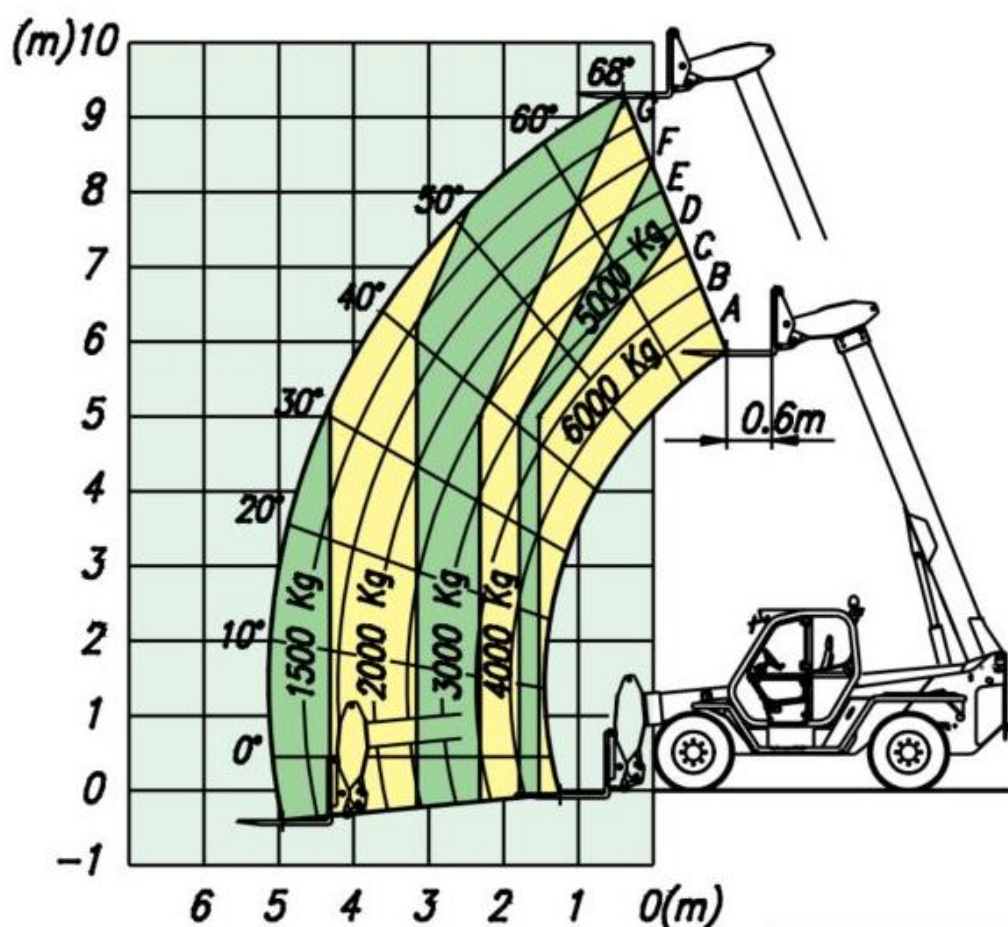


Obrázek 6: Adaptéry pro teleskopické manipulátory (vlastní zdroj)

Manipulátory se používají v mnoha odvětvích průmyslu, ale především se uplatní v zemědělství na poli i ve výrobě, na stavbách, ve velkých skladech a na překladištích.

Široké spektrum využití výsuvných manipulátorů v průmyslu zahrnuje především zvedání a přepravu rozmanitých materiálů. V případě nainstalovaného koše s ovladačem se používají ke zvedání pracovníků (na montáže, opravy, stavební práce apod.). V zemědělství se manipulátory používají jak v rostlinné, tak živočišné výrobě.

Pro zajištění bezpečnosti a odstranění rizik poruchy je potřeba znát diagram zatížení manipulátoru, ten zobrazuje vzdálenost vysunutého teleskopického ramene a úhel zvednutí v závislosti na nosnosti v každém místě dosahu viz obrázek 7 (Syrový, 2008).



Obrázek 7: Diagram zatížení P 60.10 (APSEquipment, 2023)

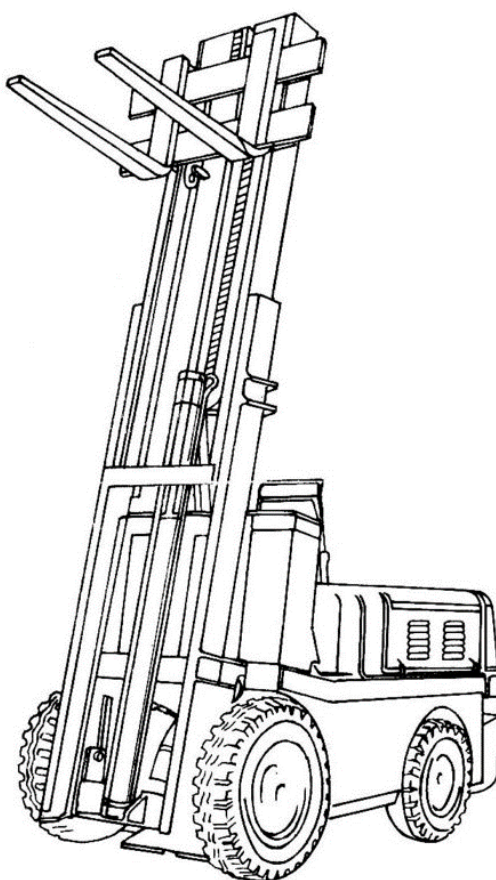
1.5.5 Stohovací a paletovací vozíky

Stohovací a paletovací vozíky se používají především ve spojení s paletami nebo kontejnery. Palety i kontejnery bývají často ukládány na sebe pro docílené nejvyšší úspory místa ve skladu. Tento proces skladování se označuje jako stohování.

Vozíky se mohou rozdělit podle jejich pracovního rozsahu na:

- vozíky vysokozdvížné (zdvih nad 1 metru);
- vozíky nízkozdvížné (zdvih do 1 metru).

Tyto vozíky pro stohování palet a kontejnerů bývají opatřeny vidlicemi pro zvedání viz obrázek 8 (Mičkal, 1995).



Obrázek 8: Vysokozdvížný motorový vozík (eluc.kr-olomoucky.cz, 2021)

2 Porovnání dopravníků v zemědělství a výběr nejpoužívanějšího z nich

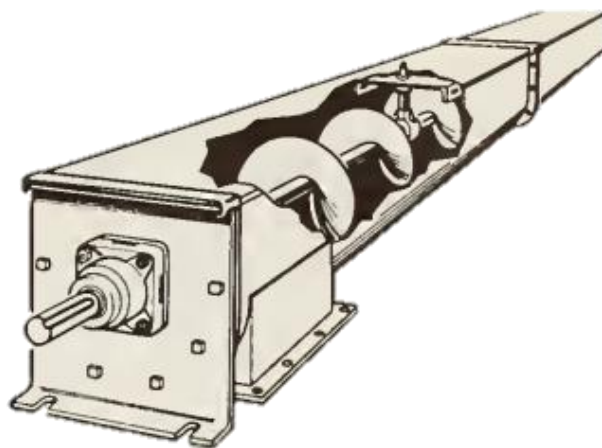
Dopravníky jsou zařízení používaná k přepravě materiálů z jednoho místa na druhé. Tyto zařízení mohou být klasifikována na základě různých kritérií, například na základě způsobu přepravy materiálu, vzdálenosti, rychlosti, kapacity a mnoha dalších faktorech (Celjak, 2013).

Podle Celjaka (2013) se dělí dle způsobu přepravy materiálu na:

- Šnekové dopravníky;
- Pásové dopravníky;
- Řetězové dopravníky;
- Korečkové dopravníky;
- Pneumatické dopravníky.

2.1 Šnekové dopravníky

Šnekové dopravníky představují jednu z nejstarších a nejjednodušších metod přesunu sypkých materiálů. Skládá se především z šneku, který se otáčí ve stacionárním žlabu nebo trubce a pohonu. Šnekové dopravníky mimo dopravy slouží i k promísení materiálu. Obrázek 9 ukazuje typický šnekový dopravník.



Obrázek 9: Typický šnekový dopravník (Rudnitski, 1989)

Při použití šnekového dopravníku se materiál dostane do žlabu skrze násypku, otáčením šneku je materiál postupně vytlačován směrem k výsypce, kde materiál vy-
padává z dopravníku.

Velkou výhodou šnekových dopravníků je jejich přizpůsobitelnost, mohou pracovat ve všech polohách a pod jakýmkoliv úhlem. Jejich údržba a instalace je jednoduchá. Tyto dopravníky lze také utěsnit, aby se zabránilo úniku prachu, výparů nebo nečistot a vlhkosti.

Mezi nevýhody těchto dopravníků patří jejich velké opotřebování vlivem neustálého tření dopravovaného materiálu a také jsou pomalé a nevhodné pro přepravu velkých objemů materiálu na velké vzdálenosti. Materiál může být také náchylný k ucpávání a jeho pohyb může být omezený, pokud není správně nakloněn nebo dopravník chybně zvolen pro daný materiál (příliš vlhký, kusový). Další nevýhodou je, že musí být neustále v ose. Důkladná údržba je proto nezbytná pro správné fungování šnekových dopravníků.

Výkon šnekového dopravníku závisí na otáčkách a stoupání šnekovnice, dále na průměru a příkonu (Rudnitski, 1989).

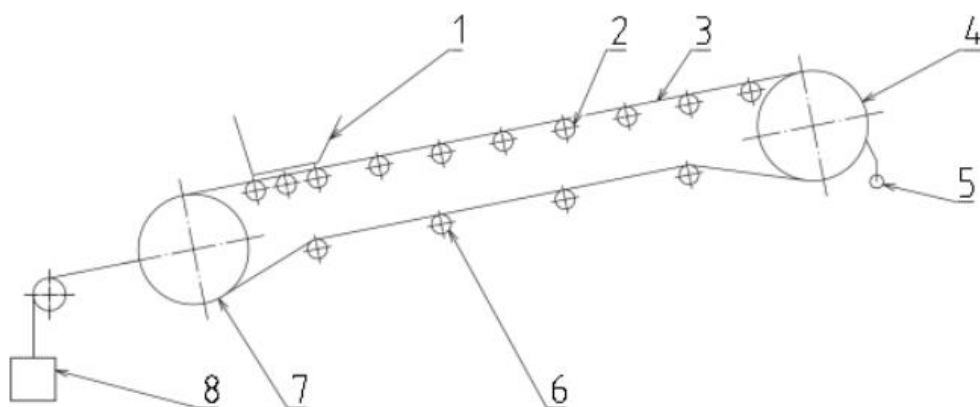
2.2 Pásové dopravníky

Pásové dopravníky jsou jedny z nejběžnějších a nejpoužívanějších metod přesunu materiálu v mnoha průmyslech dnešní doby. Používají se ke kontinuální dopravě kusových a sypkých materiálů v horizontálním směru, případně lehce šikmému směru (Gajdůšek a Škopán, 1988).

Velkou výhodou pásových dopravníků je lehká instalace a údržba celého systému. Mezi další výhody patří malá spotřeba energie a možnost plynulého provozu bez potřeby ukončení provozu pro nakládku a vykládku. Jedna z dalších výhod je možnost vytvořit téměř nekonečný systém dopravy pomocí uspořádání dopravníků, aby materiál přepadával z jednoho na druhý, tím lze vytvořit neomezeně dlouhou délku trati (Celjak, 2013).

K nevýhodám patří omezení při dopravě v šikmém směru. Podle druhu dopravovaného materiálu je sklon pásu omezen na 12° až 23°. Sklon pásu může být zvýšen přidáním různých typů unašečů. Ty umožní jak dopravní výšku, tak výkonnost dopravníku (Gajdůšek a Škopán, 1988).

Dopravník se skládá z hnacího bubnu, jež jej pohání a nepřetržitě napnutí pásu je zajištěno napínacím bubnem viz obrázek 10.



Obrázek 10: Schéma pásového dopravníku (Gajdůšek a Škopán, 1988)

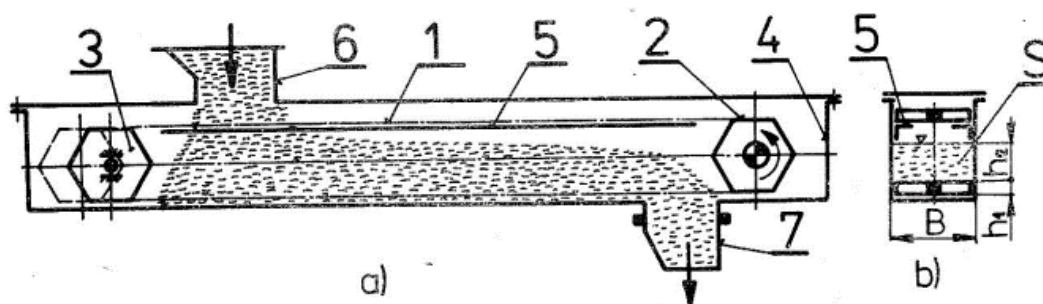
- | | |
|----------------------------|-------------------------|
| 1. Násypka | 5. Stěrač pásu (čistič) |
| 2. Nosná válečková stolice | 6. Vratné válečky |
| 3. Dopravní pás | 7. Hnací buben |
| 4. Hnací buben | 8. Napínací zařízení |

Pásky jsou zpravidla textilní, pryžové, ocelové, kombinace textilie a pryže, drátěné, ocelopryžové a z plastických hmot. Obvykle používané šíře pásů jsou 400, 500, 650 a 800 mm (Celjak, 2013).

2.3 Řetězové dopravníky (redlery)

Redler je stroj pro přepravu sypkých materiálů, který využívá tažného řetězu s unášeci a je určený pro horizontální nebo mírně skloněnou dopravu. Dopravník je poháněn přes hnací a napínací kladku, která pohání nekonečný řetěz s unášeci v uzavřeném žlabu nebo skříní. Násypkou na začátek tohoto žlabu padá materiál, který je unášeci posouván k výsypkám na dnu skříně viz obrázek 11. Tyto výsypky jsou obvykle vybaveny plochými šoupátky, které umožňují regulovat tok materiálu.

V zemědělství se tyto dopravníky používají v sušárnách píce, v dávkovacích stolech pro okopaniny nebo jako vkládací ústrojí řezaček. (Gajdůšek a Škopán, 1988).



Obrázek 11: Schéma redleru (Gajdůšek a Škopán, 1988).

- | | |
|------------------------------|------------|
| 1. Nekonečný řetěz s unašeči | 5. Úhelník |
| 2. Hnací kladka | 6. Násypka |
| 3. Napínací kladka | 7. Výsypka |
| 4. Skříň | |

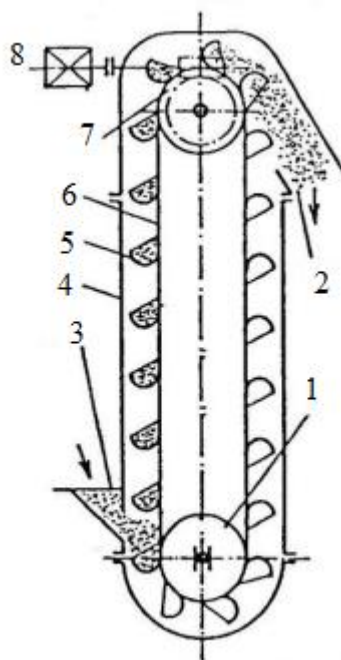
Řetězové dopravníky jsou používány zejména pro přepravu lehkých sypkých materiálů, jako jsou například zrnité, práškové nebo jemně kusovité látky, včetně mouky, cukru, cementu, obilí nebo uhlí. Doprava materiálu probíhá v uzavřeném žlabu, což zabráňuje šíření prachu v okolí dopravníku. Další výhody řetězových dopravníků zahrnují možnost dopravy z různých pozic a jejich malé rozměry. Oproti ostatním dopravníkům má také relativně nízké energetické nároky.

Nevýhodou těchto dopravníků je rychlé opotřebení unašečů a žlabu (skříňe) (Gajdůšek a Škopán, 1988).

2.4 Korečkové dopravníky

Korečkový elevátor je pravděpodobně nejstarším dopravníkem na světě, jeho historie se datuje až do dob Babylonu, kde se používaly proutěné koše připevněné k lanům pro zvedání vody do zavlažovacích zařízení nebo do zavlažovacích příkopů. V současnosti se korečkové dopravníky se hojně používají ve vertikální dopravě sypkých i kusových zemědělských materiálů, v zemědělství se přepravují především materiály jako obilí, mouka, brambory, slad apod. Korečky přišroubované k nekonečnému pásu nebo řetězu nabírají materiál v dolní části a přemísťují ho do části horní kde materiál vysypou viz obrázek 12.

V zemědělství se korečkové dopravníky používají v rámci posklizňové linky, většinou při skladování obilí. Dále se mohou používat v systémech výroby krmných směsí (Celjak, 2013), (Rudnitski, 1989).



Obrázek 12: Schéma korečkového dopravníku (Chromek, 2013)

- | | |
|-------------------|----------------|
| 1. Napínací buben | 5. Koreček |
| 2. Výsypka | 6. Tažný člen |
| 3. Násypka | 7. Hnací buben |
| 4. Šachta | 8. Motor |

Způsoby vyprazdňování korečků dle Celjaka (2013):

- vyprazdňování odstředivou silou;
- vyprazdňování přes sousední koreček;
- odklonění vratné větve;
- sešikmení elevátoru;
- gravitační s vyprázdněním středem elevátoru.

2.4.1 Typy korečků

Jen díky samotným můžeme tento typ dopravy realizovat. Vybrat správný typ pro danou práci je esenciální. Vybíráme podle typu přepravovaného materiálu, způsobu plnění a způsobu vyprazdňování. Pro běžné účely se používají korečky podle normy ČSN 26 2008.

Jednotlivé typy korečků dle Gajdůška a Škopána (1988):

- a) mělký přímý;
- b) mělký oblý;
- c) středně hluboký;
- d) hluboký přímý;
- e) hluboký s ohnutou zadní stěnou;
- f) hluboký ostroúhlý.

2.5 Pneumatické dopravníky

Nejpoužívanější zařízení pro proudění vzduchu u pneumatických dopravníků (PD) jsou ventilátory, dmychadla a kompresory. Efektivní používání těchto typů dopravníků však vyžaduje porozumění vlastností vzduchu a znalost různých součástí a typů systémů pro dopravu vzduchu. Správné použití těchto dopravníků také vyžaduje znalost dopravovaného materiálu, z pravidla je vhodný pro lehké sypké materiály ale vhodný není pro některé materiály, u kterých by mohlo dojít k poškození zrna.

Pneumatické dopravníky mohou přesouvat jemný, suchý materiál pomocí tlakových rozdílů a proudu plynu, obvykle stlačeného vzduchu nebo dusíku. Materiál je zcela uzavřen v trubkách nebo potrubích, kde rozdíly tlaků na obou stranách způsobují proudění břemene. Pneumatické dopravníky mají méně dílů než jiné konvenční dopravní systémy a jsou nejvhodnější pro malé, suché produkty s nízkou sypnou hmotností, jako je pšenice, cukr, cementový prášek, písky a další.

Do nevýhod pneumatických dopravníků patří možné ucpávání dopravních tras, omezení pouze na sypké materiály, které musí být výhradně suché (u vlhkého materiálu, nebezpečí ucpání), poškození nebo drcení materiálu v důsledku, čeho ztrácíme vlastnosti materiálu, do nevýhod může také patřit jeho nevýhodné využití na krátké dopravní vzdálenosti co se týče ne hospodárnosti (Celjak, 2013).

PD se podle Celjaka (2013) dělí podle fyzikálního principu na kterém pracují:

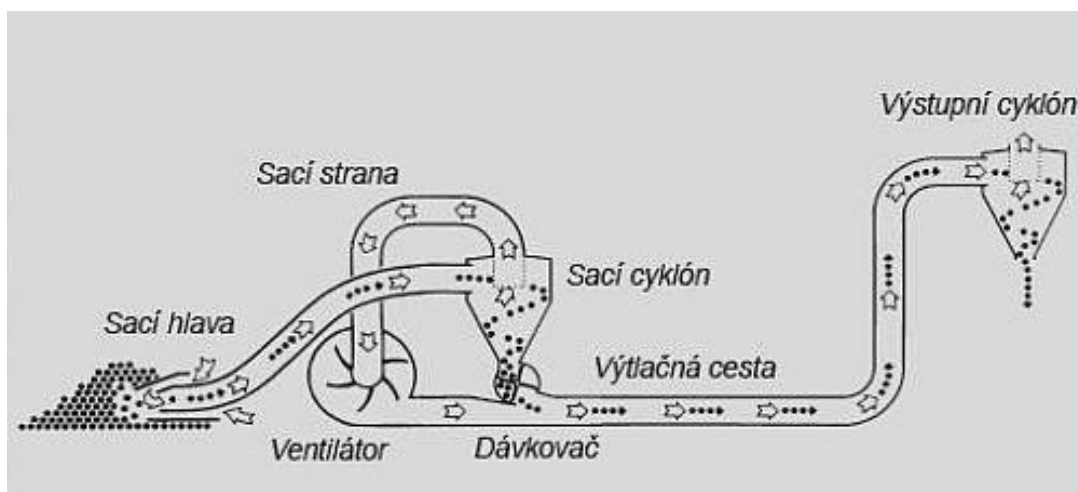
- fluidní pneumatickou dopravu;
- pneumatickou dopravu ve vlnosbě;
- pneumatickou dopravu speciální (Celjak, 2013).

Dalším dělením PD podle Rudnitskiho (1989) je dle tlaku v potrubí:

Systémy push (známé také jako systémy s přetlakem) mohou tlačit materiál z jednoho vstupu do mnoha výstupů a systémy pull (podtlak) mohou táhnout materiál

z mnoha vstupů do jednoho výstupu. V případě potřeby může být v rámci jednoho systému také kombinace push a pull, ale jsou s ní spojeny zvýšené náklady.

Pneumatické dopravy nelze docílit bez zdroje již řečeného podtlaku a přetlaku. Tímto zdrojem bývá ventilátor. Používané ventilátory můžeme rozdělit podle směru průtoku vzduchu oběžným kolem na radiální a axiální ventilátor. U radiálního ventilátoru vstupuje vzduch do ventilátoru ve směru osy a vystupuje kolmo k ose oběžného kola. Axiální ventilátor má vstup i výstup ve směru osy oběžného kola (Rudnitski, 1989).



Obrázek 13: Schéma pneumatického dopravníku obilí (Zemědělské potřeby M+S, 2015)

3 Návrh modelu dopravníku

Při rozhodování o tom, který dopravní systém nejlépe vyhovuje našim potřebám, je klíčovým faktorem přepravovaný materiál. Mezi důležité vlastnosti, které je třeba vzít v úvahu, patří velikost, abrazivita, korozivita, vlhkost a teplota, při které musí být dopravník udržován. V úvahu je třeba vzít také složení materiálu, zda se přepravují prášky, granule, pelety a jejich velikost částic, hmotnost a hustota.

Funkce samotného dopravního systému se může lišit. Dvěma hlavními kategoriemi pohybu materiálu procesem jsou doprava a podávání. Doprava je přemísťování materiálů z jednoho nebo více odběrných míst do jednoho nebo více odběrových míst. Je třeba zvážit požadovaný časový interval pro tento pohyb, množství odběrných a svozových míst, množství přesouvaného materiálu a to, zda se jedná o jeden či více druhů materiálů.

Podávání je přísnější na dodržování přesného časového úseku než systémy pro dopravu. Materiál se obvykle přesouvá z jednoho místa odběru do jednoho místa svozu. Přesouvaný produkt může být dodáván v dávkách nebo řízenou kontinuální rychlostí.

Zásadním faktorem, který je třeba zvážit před výběrem dopravníkového systému, je prostředí, ve kterém bude používán. Vysoká vlhkost, teplota, vibrace, tlak, křehké materiály, všechny tyto faktory musí být zváženy. Měl by být také zváženy pracovní směr toku a poloha dopravníku s velikostí systému v porovnání s tím, kolik místa je v pracovním prostoru k dispozici, a také to, jak se bude hodit ke stávajícímu vybavení.

Dopravníkové systémy jsou často poměrně složité ve svém návrhu a konstrukci vzhledem k jejich velkému rozsahu a integraci do různých výrobních procesů. Přesto je díky modulární povaze mnoha komponentů dopravníků možné snadno vykonstruovat i dlouhé a složité systémy (Rudnitski, 1989).

3.1 Koncept pásového dopravníku

Model pásového dopravníku byl realizován především pro hospodáře menší velikosti. Tento pásový dopravník by nesplňoval výkonnostní a velikostní požadavky větších zemědělských podnikům, které potřebují dopravovat ve větším množství.

Jelikož se jedno pouze o model pásového dopravníku nebudou v této práci vypočteny pohybové odpory, které by bylo potřeba zjistit pro celkový chod stroje. Všechny ostatní parametry budou v souladu s ČSN ISO 5048 – Zařízení pro plynulou dopravu nákladů. Pásové dopravníky s nosnými válečky. Výpočet výkonu a tahových sil. Tato norma stanovuje všechny potřebné parametry pro návrh pásového dopravníku, mezi tyto parametry patří dopravní rychlost, šířka pásu, sklon dopravníku, náplň pásu apod.

Hlavními požadavky na model mého pásového dopravníku jsou nízká váha systému, lehká transportovatelnost systému, doprava obilného zrna do výšky 2 m.

3.1.1 Výběr jmenovité dopravní rychlosti

Dle tabulky 5 je dopravní rychlost obilného zrna 2,5–4,0 m·s⁻¹.

Zvolil jsem dopravní rychlost $v_p = 3,0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

Tabulka 5: Jmenovité dopravní rychlosti (Gajdůšek a Škopán, 1988)

Materiál		Rychlost (m·s ⁻¹)	
		od	do
lehký	obilné zrno, slad, šrot	2,5	4,0
drobný	drobné uhlí, cukr, cement, písek	1,6	3,2
drobný a střední	drobný koks, šterk, kamenivo, struska	1,25	2,5
neodírající v kusech	uhlí, řepa, škrob, kusové sůl	1,6	2,5
odírající v kusech a kusový	ruda, hrubý šterk, kámen, vápno	1,25	2,0
	těžné uhlí	-	3,2
ztrácející rozbíjením jakost	tříděné uhlí	0,8	1,6

3.1.2 Sklon dopravníku

Při vybírání sklonu dopravníku je třeba dbát na sypný úhel dopravovaného materiálu.

Tabulka 6: Sypný úhel materiálu (Glover, 1995)

Materiál (vlastnost)	Sypný úhel (°)
Mouka pšeničná	45
Mouka kukuřičná	30–40
Obilí (zrno)	27
Slad	30–45
Jetelové semeno	28
Zemina	30–45

Dle Gajdůška a Škopána, jsem zvolil sklon dopravníku 20°.

3.1.3 Pás

Dopravní pás nemá jen přepravovat náklad, ale také absorbovat napětí při rozjezdu a zastavení, absorbovat energii nárazu v místě zatížení, odolávat teplotním a chemickým vlivům a splňovat bezpečnostní normy, aby byla zajištěna správná funkce dopravníkového systému (Rudnitski, 1989).

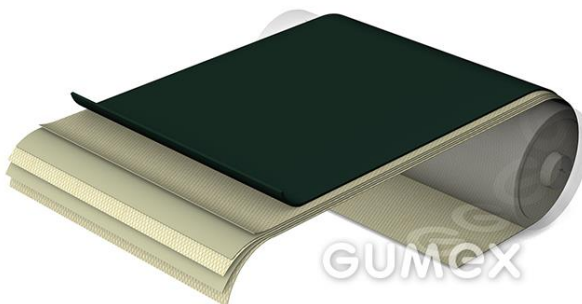
3.1.3.1 Výběr pásu pro model dopravníku

Pro navržený pásový dopravník jsem zvolil šířku pásu $B_p = 400 \text{ mm}$ dle parametrů (sypný úhel a teoretická průřez náplně)

Dle potřebných parametrů jsem zvolil PVC pás U30/R (Gumex, 2023).

Tabulka 7: Parametry pásu (Gumex, 2023)

Šířka pásu B_p	400 mm
Tloušťka pásu t_p	3,8 mm
Minimální průměr bubnu D_{bmin}	100 mm
Hmotnost m_p	4.9 kg·m ⁻²



Obrázek 14: Dopravní pás (Gumex, 2023)

Pás je složen ze 3 vrstev, vrchní vrstva je z PVC materiálu o tloušťce 0.9 mm, ve středu je tzv. napínací vrstva a spodní vrstva je z tkaniny. Pás má antistatickou úpravu, která zvýší životnost pásu a jeho odolnost, také zmenší zanášení prachem apod. Délka celého pásu je 13 900 mm.

3.1.4 Hnací a vratný buben

Hnací buben je klíčovým prvkem v pásovém dopravníku. Tyto bubny jsou umístěny na konci nebo začátku pásu a jejich hlavní funkcí je přenášet sílu potřebnou k pohybu pásu pomocí tření.

Hnací bubny se vyrábějí v různých velikostech a tvarech, v závislosti na specifických požadavcích aplikace. Velikost a výkon motoru se volí podle velikosti a hmotnosti přepravovaného materiálu.

Jako pohon se používá elektromotor s převodovkou, elektrobuben nebo spalovací motor.

Vratný buben se obvykle nachází na konci pásových dopravníků a také obvykle slouží jako napínací buben. Bývají uloženy na obou stranách rámu dopravníku v ložiskovém tělese (Celjak, 2013).

3.1.4.1 Volba hnacího bubnu

Pro pohon dopravníku jsem zvolil elektrobuben Interroll DM 0113 (Interroll, 2022):

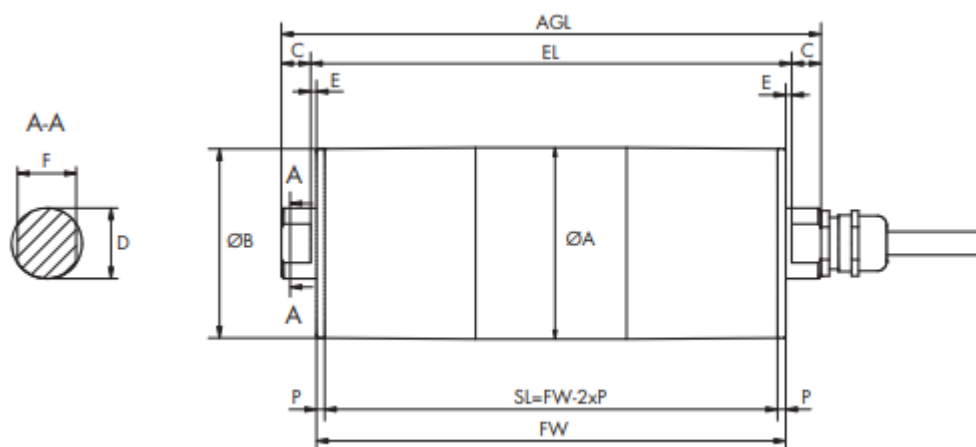
Průměr bubnu	$A = 112 \text{ mm}$
Jmenovitý výkon	$P_N = 1,1 \text{ kW}$
Jmenovitá obvodová rychlost	$v = 2,97 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$
Jmenovitý krouticí moment	$MA = 20,0 \text{ Nm}$



Obrázek 15: Řez elektrobubnem Interroll (Conveyorsdirect, 2006)

Dimenze elektrobubnu DM 0113 (Interroll, 2022):

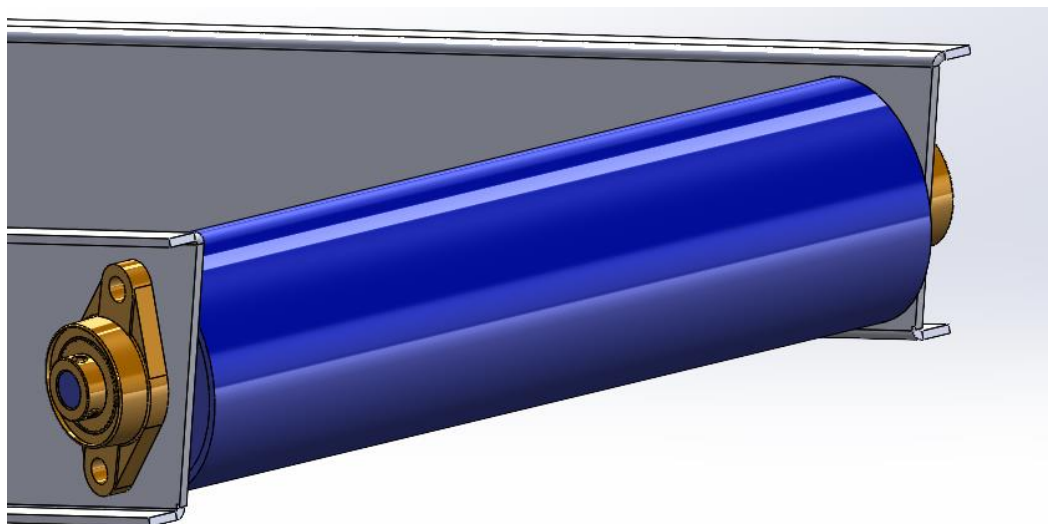
Průměr bubnu	$A = 112 \text{ mm}$
Šířka bubnu	$FW = 400 \text{ mm}$
Šířka hřídele	$D = 30 \text{ mm}$
Šířka plochy pro držák	$F = 25 \text{ mm}$



Obrázek 16: Dimenze elektrobubnu DM 0113 (Interroll, 2022)

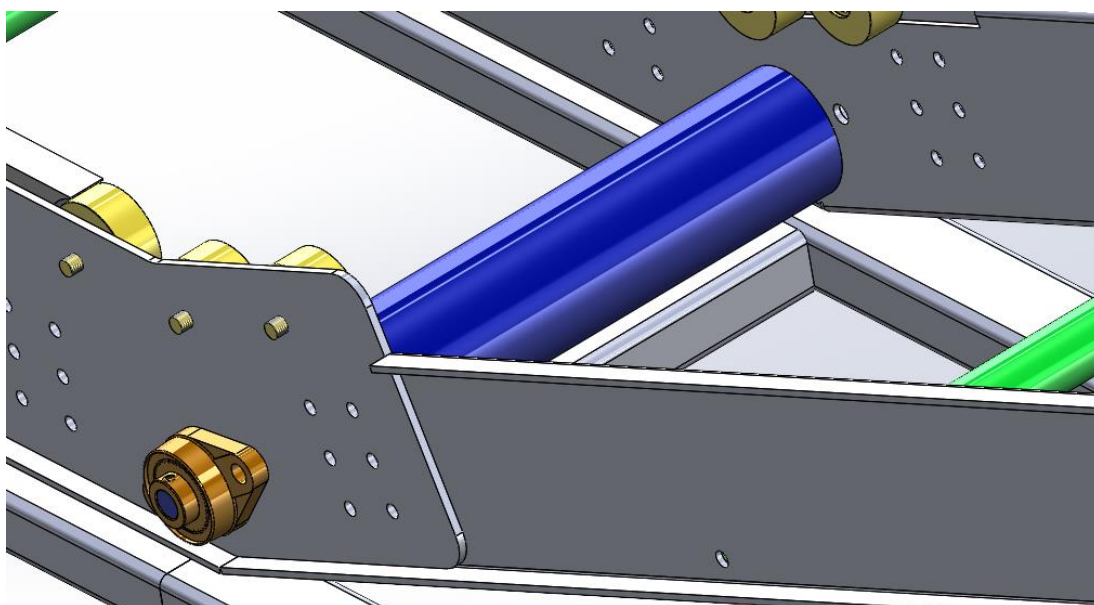
3.1.4.2 Návrh vratných bubnů

Pro pásový dopravník jsem se rozhodl navrhnout vlastní vratné bubny, které budou dokonale sedět do sestavy. Na konec dopravníku jsem navrhnul vratný buben (modrý) o průměru 112 mm a šířce 400 mm. Hřídel má průměr 17 mm a je usazena v ložiskovém domku UCFL 203 (oranžový), který je přimontován k rámu dopravníku viz obrázek 17.



Obrázek 17: Koncový vratný buben s UCFL203 (vlastní zdroj)

Dále byl třeba navrhnout vratný buben pro dolní větev dopravníku v místě ohybu začátku skloněné části pásu. Jelikož nebylo třeba stejného průměru bubnu jako u hnacího bubnu, byl navrhnut stejný jako u koncového vratného bubnu, ale byl zmenšen průměr na 77 mm. Má stejnou šířku 400 mm a hřídel je taktéž uložena v ložiskovém domku UCFL 203 viz obrázek 18.



Obrázek 18: Spodní vratný buben s UCFL203 (vlastní zdroj)

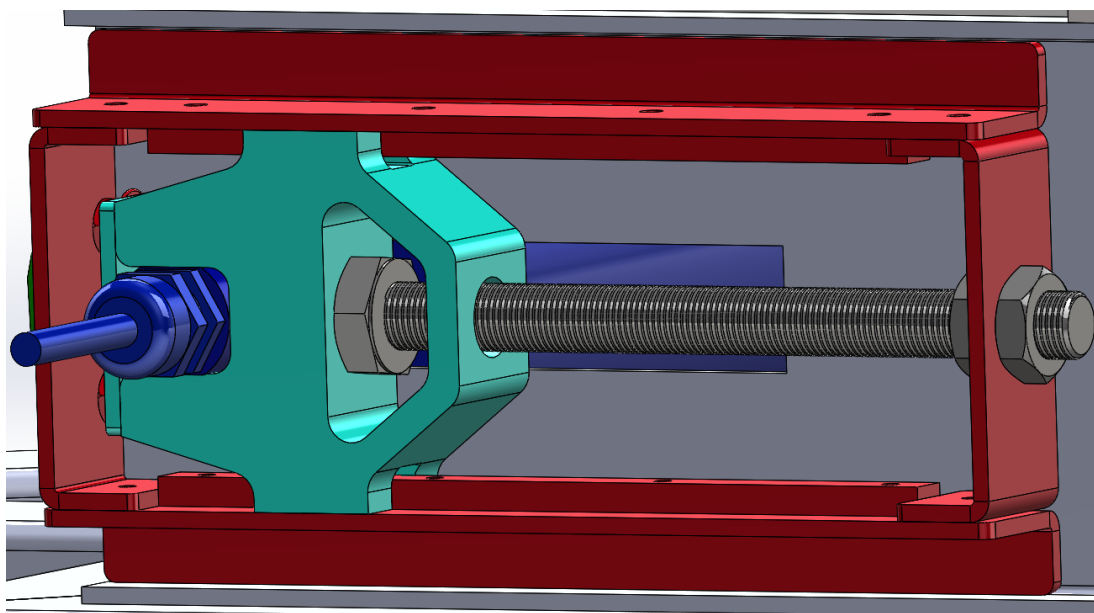
3.1.5 Napínací zařízení

Součástí mechanismu pásových dopravníků je napínací zařízení, které slouží k udržení optimálního napětí pásu. Pokud by pás nebyl dostatečně napnut, mohl by se nadměrně vlnit, ztrácet trakci nebo dokonce se úplně odpojit od pohonu v důsledku nedostatečného tření mezi hnacím bubnem a pásem.

Existuje několik typů napínacích zařízení na dopravníku, včetně tuhých napínacích zařízení, samočinných napínacích zařízení se závažím nebo ručně nastavitelných. (Gajdůšek a Škopán, 1988).

3.1.5.1 Zvolené napínací zařízení pro model dopravníku

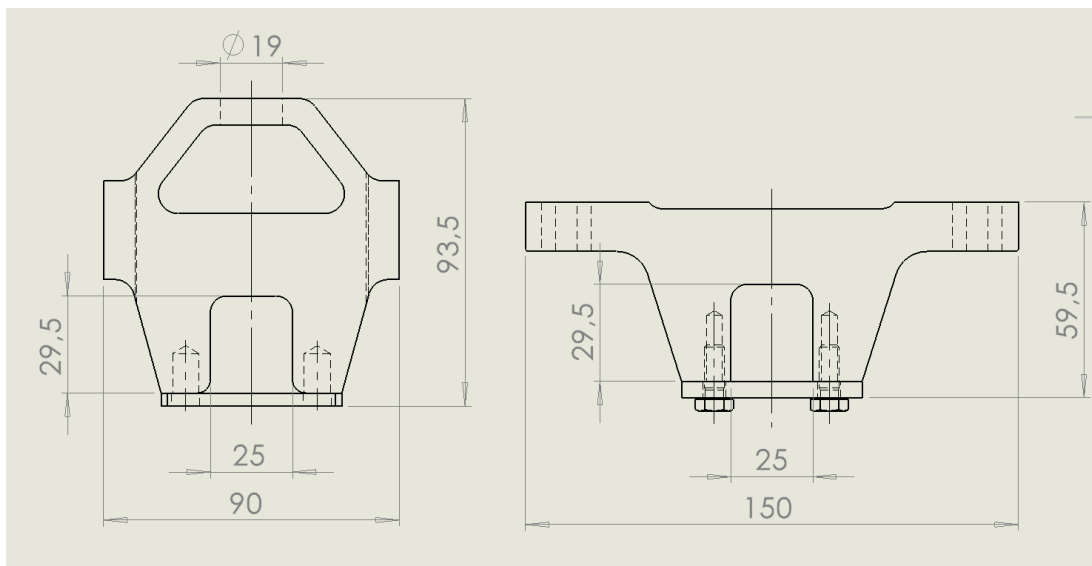
Pro svůj model pásového dopravníku na obilné zrno jsem zvolil tuhé napínací zařízení, a to především z důvodů ušetření váhy a celkové ceny dopravníku. Tuhé napínací zařízení je vhodné pro krátké dopravníky. Napínací zařízení je uloženo na elektrobubnu, tedy hnacím bubnu (většinou bývá uložen na vratném bubnu). Tento systém je uložen na saních, na kterých se poté buben posouvá a dochází k potřebnému napnutí pásu. Tento posuv je docílen pomocí napínacích šroubů, napínání je potřeba uskutečňovat rovnoměrně, aby nedošlo ke sešikmení bubnu. Jako napínací šroub byl navrhnut pevnostní šroub M16 x 180 DIN 933. Výkres navrhnutého napínacího zařízení včetně kusovníku se všemi parametry je v příloze č. 2. Na obrázku 19 je červeně vyznačeno tuhé napínací zařízení a azurově držák hnacího bubnu, který se pohybuje v saních a napíná pás.



Obrázek 19: Tuhé napínací zařízení (vlastní zdroj)

3.1.6 Návrh speciálního držáku elektrobubnu

K modelu elektrobubnu Interroll jsou od této značky prodávány také držáky pro usazení do dopravníku. Avšak tento držák nebyl vyhovující pro tento systém dopravníku, kdy je třeba pro ušetření místa usadit elektrobuben do napínacího zařízení. Z tohoto důvodu byl navrhnut speciální držák, který je schopen být použit v napínacím zařízení a zároveň plnit funkci uchycení pro buben. Speciální držák (azurová) byl navrhnut podle původního držáku, ale musel být opatřen drážkou pro sáně na napínacím zařízení (červená), dále musel být navrhnut způsob uchycení napínacího šroubu. Na obrázku 20 jsou vidět původní prvky držáku (pravý držák) jako stejný způsob uchycení hřídele bubnu a na speciálně navrhnutém držáku (levý držák) jsou vidět změněné parametry a přidáný úchop pro napínací šroub.

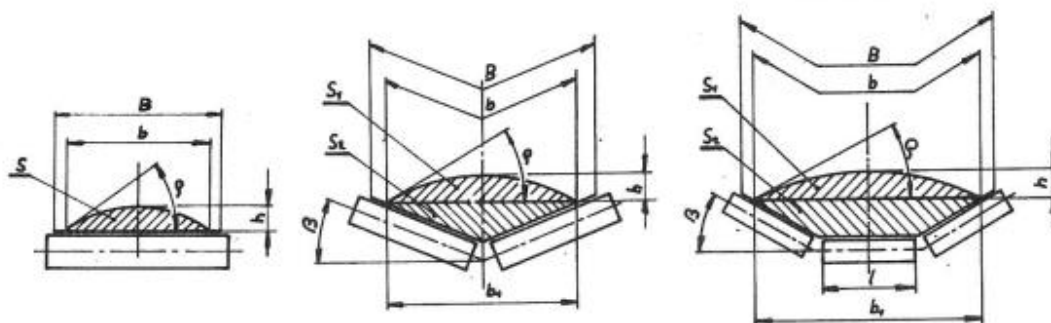


Obrázek 20: Navrhnutý držák x původní držák (vlastní zdroj)

3.1.7 Válečky

Válečku na pásovém dopravníku slouží k nesení a vedení pásu. Měly by být lehké, mít malý odpor proti otáčení a malé nároky na údržbu.

Podle uložení ve válečkové stoličce se pomocí válečků mění tvar neseného pásu na rovný pás, korýtkový pás se dvěma nosnými válečky, korýtkový pás se třemi nosnými válečky (Gajdůšek a Škopán, 1988).

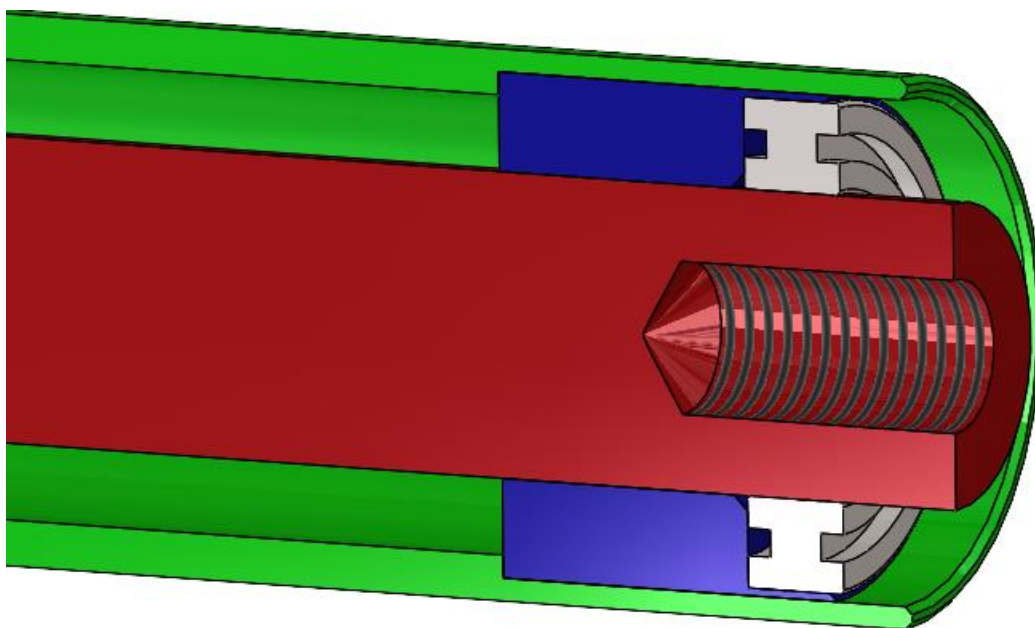


Obrázek 21: Uložení válečků (Gajdůšek a Škopán, 1988)

Pro pásový dopravník jsem navrhnul speciální váleček o průměru 36 mm. Uvnitř válečku je pouzdro pro ložisko 6804, ve kterém je připevněna hřídel, která je pomocí vnitřního závitu uchycena v rámu dopravníku viz obrázek 23. Pro horní i dolní větve jsou použity stejné válečky na obrázku vyznačeny zeleně, těchto válečků je na dopravníku celkem 14 viz obrázek 22.

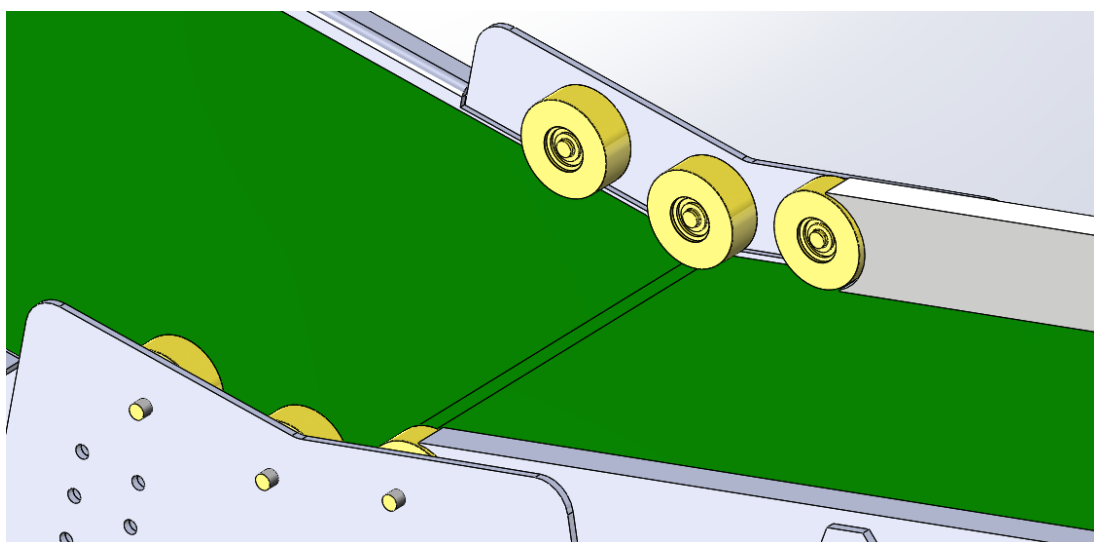


Obrázek 22: Umístění válečků na dopravníku (vlastní zdroj)



Obrázek 23: Řez válečkem (vlastní zdroj)

Dále byly navrhнутy speciální válečky (žlutá), které v dolní části dopravníku pás zkosí a vedou ho v 20° stoupání na konec dopravníku viz obrázek 24.

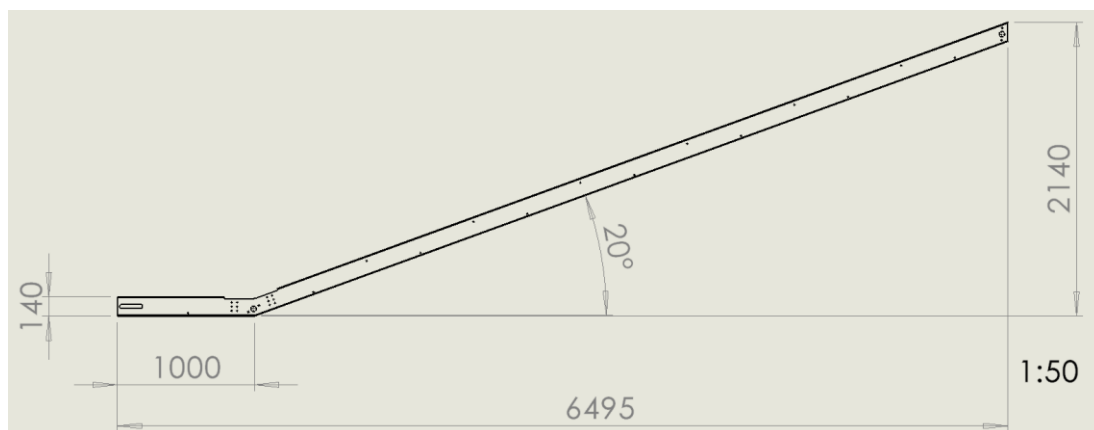


Obrázek 24: Speciální válečky (vlastní zdroj)

Na každé straně jsou 3 válečky, které svým postavením určují sklon dopravníku. Každý váleček má průměr 60 mm a je uloženo na ložisku B6200, které je šroubem M10 uchyceno v rámu dopravníku.

3.1.8 Rám dopravníku

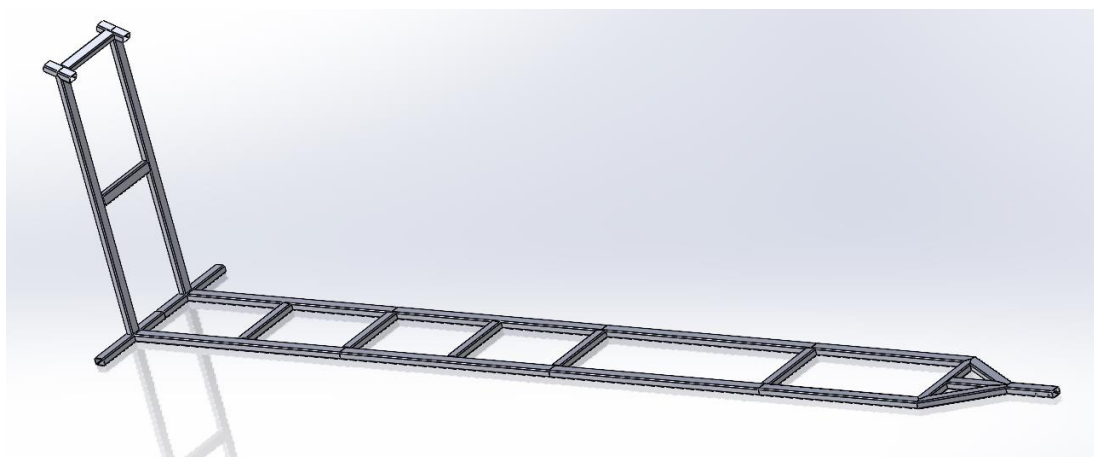
Rám dopravníku jsem navrhnul z plechu o tloušťce 4 mm a na hranách má směrem ven z dopravníku lemy pod úhlem 90° a délce 20 mm. Rám je důležitý prvek, protože slouží jako upevnění pro všechny prvky dopravníku, jeho tvar také určuje sklon dopravníku viz obrázek 25.



Obrázek 25: Výkres rámu dopravníku (vlastní zdroj)

3.1.9 Podvozek dopravníku

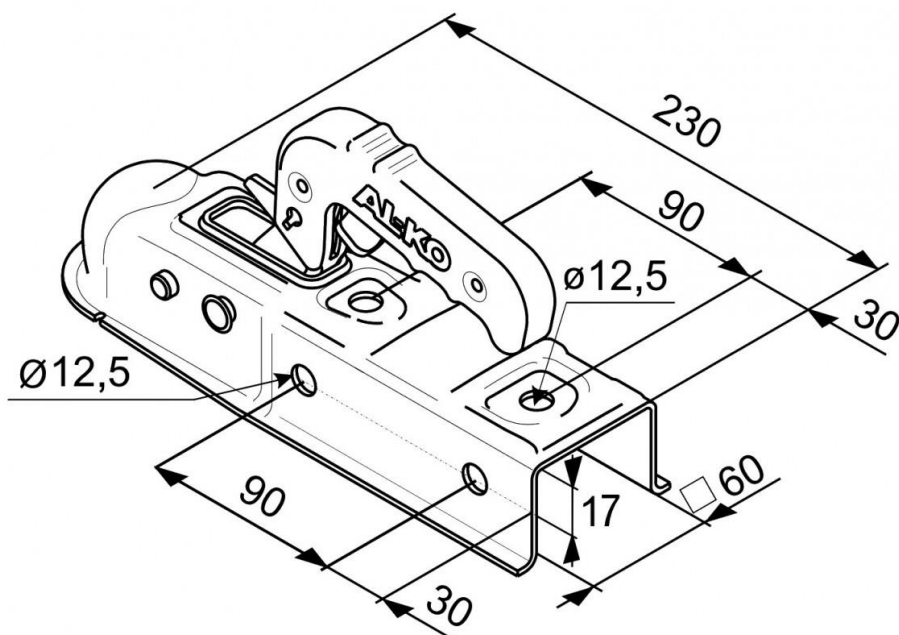
Podvozek dopravníku je navrhnut ze sestavy svařovaných obdélníkových profilů $60 \times 40 \times 3,2$ mm z oceli E220+CR2, S2 (1.0215) dle ČSN EN 10305-5. Podvozek zpevňuje několik příčných trubek, na konci podvozku je počet příčných trubek zvýšen z důvodu větší působící síly při tažení dopravníku dopravním zařízením. Podvozek může být k rámu dopravníku přimontován šrouby nebo svařen.



Obrázek 26: Podvozek dopravníku (vlastní zdroj)

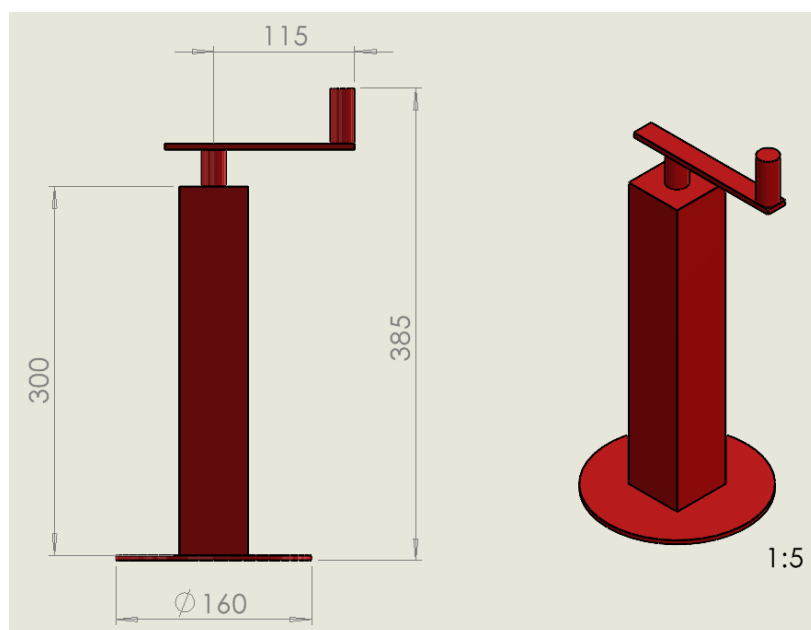
K podvozku jsou navrženy dvě kola, v modelu jsou pouze ilustrativní kola, použita mohou být jakákoli přívěsová kola, například kolo 155/70 R13 s nosností 387 kg. Kde je pneumatika Linglong / Radial R701 a ráfek ET-30.

Pro podvozek je dále navrhovaná tažná spojka AL-KO AK 7 pro možnost přesunu pomocí automobilu. Tato tažná spojka je určena pro nebrzděné přívěsy do 750 kg celkové hmotnosti s ojí o šířce 60 mm.

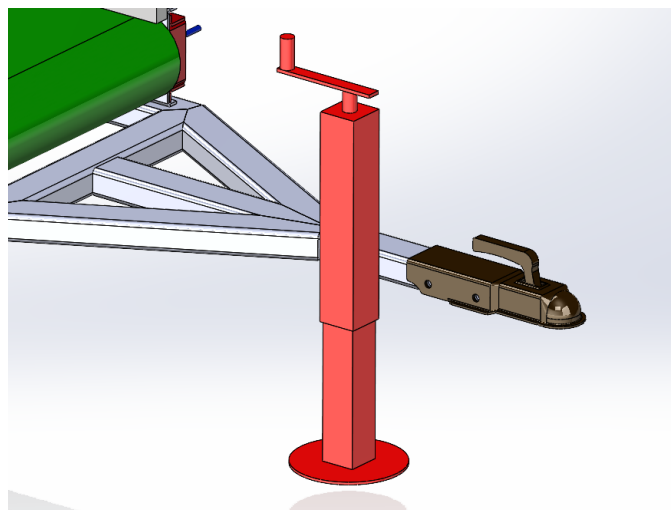


Obrázek 27: Tažná spojka AL-KO (ALASPRO, 2023)

Při odpojení podvozku od dopravního zařízení je třeba systém zajistit, proto jsem do systému navrhnul opěrnou nohu, která se navaří na podvozek. Profil těla je 50 x 50 mm a výška nohy v zataženém stavu je 300 mm. Noha se vytahuje a zatahuje pomocí páky v horní části nohy viz obrázek 28. Na obrázku 29 je opěrná noha vyznačena červeně a tažná spojka hnědě.



Obrázek 28: Výkres a model opěrné nohy (vlastní zdroj)



Obrázek 29: Tažná spojka a vytažená opěrná noha (vlastní zdroj)

3.1.10 Objemový a hmotnostní výkon

Pro výpočet objemového výkonu dopravníku je potřeba znát plochu průřezu náplně a dopravní rychlost.

Dynamický sypný úhel

$$\Theta_m = 0,75 \cdot \alpha_m = 0,75 \cdot 25 \quad (3.1)$$

$$\Theta_m = 20,25^\circ = 20^\circ 15'$$

Plocha průřezu náplně

$$S_m = b_p^2 \cdot \frac{\tan \Theta_m}{6} = 356,6^2 \cdot \frac{\tan 20,25^\circ}{6} \quad (3.2)$$

$$S_m = 7818,85 \text{ mm}^2$$

Dopravní rychlost

Dopravní rychlost zvolena v kapitole 3.1.1

$$v_p = 2,97 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

Sypná hmotnost

Dle Gajdůška a Škopána je sypná hmotnost obilného zrna $400\text{--}800 \text{ kg} \cdot \text{m}^3$

Do výpočtu jsem zvolil sypnou hmotnost $\rho_m = 600 \text{ kg} \cdot \text{m}^3$

1. Objemový dopravní výkon

$$I_v = S_m \cdot v_p = 7818,85 \cdot 10^{-6} \cdot 2,97 \quad (3.3)$$

$$I_v = 2,35 \cdot 10^{-2} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$$

2. Hmotnostní dopravní výkon

$$I_m = I_v \cdot \rho_m = 2,35 \cdot 10^{-2} \cdot 600 \quad (3.4)$$

$$I_m = 14,1 \text{ kg} \cdot \text{s}^{-1} = 50760 \text{ kg} \cdot \text{h}^{-1}$$

Dopravník je při plném chodu schopný dopravit 50 760 kilogramů obilného zrna za 1 hodinu.

3.1.11 Charakteristiky dopravníku

Tabulka 8: Charakteristiky navrhnutého dopravníku

Délka dopravníku	7,3 m
Šířka dopravníku	1,2 m
Výška dopravníku	2,4 m
Dopravovaná vzdálenost horizontální	6,4 m
Dopravovaná vzdálenost vertikální	2,0 m
Hmotnostní dopravní výkon	50 760 kg·h ⁻¹
Pohon	Interroll DM 0113
Výkon pohonu	1.1 kW
Hmotnost dopravníku	107.9 kg
Pás	U30/R
Šířka pásu	400 mm
Rychlost pásu	2,97 m·s ⁻¹
Napínací zařízení	Tuhé napínací zařízení



Obrázek 30: Navrhnutý dopravník (vlastní zdroj)

Diskuse

Bakalářská práce se věnuje problematice dopravy a manipulace s materiály v zemědělství.

Práce se dělí na dvě části, a to na část teoretickou a aplikační. V první kapitole teoretické části je kladena velká pozornost přepravovaným materiálům, jejichž fyzikálně mechanické, chemické nebo biologické vlastnosti ovlivňují výběr způsobu dopravy. Po popsání problematiky přepravovaných břemen jsou vysvětleny a popsány jednotlivé manipulační jednotky, do který se břemena balí, skladují apod. V další podkapitole je podrobně popsána paletizace, problematika neobvyklejší manipulační jednotky v zemědělství. V poslední podkapitole jsou popsány obvykle zemědělské manipulační a dopravní zařízení. Uvedeny jsou především traktory, nákladní automobily, dampry, teleskopické manipulátory a stohovací vozíky.

V druhé kapitole jsou uvedeny jednotlivé systémy dopravníků podle způsobu dopravy materiálu. Podle popsaných charakteristik a použití v zemědělství jednotlivých systému dopravníků lze určit pro jakou práci se jaký hodí nejlépe.

V aplikační části jsem využil znalostí získaných z teoretické části a vybral jsem pro svůj 3D model dopravník pásový. Při návrhu konstrukce dopravníku jsem musel dodržovat normu pro konstrukci dopravníků a držet se specifických parametrů jako jmenovitá dopravní rychlost, šířku pásu a sklon dopravníku.

Po zjištění těchto parametrů jsem navrhnul rám dopravníku, poté jsem vybral elektrobuben pro pohon celého systému. Při konstrukci napínacího zařízení jsem musel navrhnout speciální držák na elektrobuben, který bude kompatibilní jak s elektrobuben tak s napínacím zařízením. Poté jsem navrhnul vratné bubny, které jsou uloženy v ložiskovém domku UCFL 203 po stranách rámu dopravníku. Dále jsem navrhnul válečky pro horní i dolní větev dopravníku, které jsou také uloženy v rámu. Jako poslední jsem navrhnul podvozek pro celý systém dopravníku.

V posledním bodu aplikační části jsem vypočetl objemový a hmotnostní výkon dopravníku.

V práci nebyl zahrnut podrobný funkční výpočet pásového dopravníku, který by byl potřeba vypočítat před použitím v praxi. Ačkoli tento výpočet nebyl proveden, všechny ostatní parametry normy ČSN ISO 5048 byly dodrženy a dopravník by měl být teoreticky funkční.

Do pásového dopravníku jsem zvolil elektrobuben pro snížení váhy a velikosti celého systému, ke které došlo ale větší složitost tohoto pohonu může zvýšit celkovou cenu a nároky na údržbu systému.

Tato práce by čtenáři měla přinést podrobnou znalost problematiky dopravy materiálů v zemědělství a jejich úskalí. Znalost pro správný výběr manipulační jednotky, zařízení nebo dopravníku pro jednotlivá břemena.

Závěr

Bakalářská práce se dělí na dvě části, první teoretickou a druhou aplikační. Cílem zadání bylo seznámit čtenáře s problematikou dopravy a manipulace s materiály v zemědělství. Druhým cílem práce byl návrh 3D modelu pásového dopravníku s podrobným popisem a charakteristikami.

V první kapitole jsem jako první vysvětlil problematiku dopravovaného materiálu, která je stěžejní pro správný výběr manipulační jednotky s manipulačním zařízením, které jsou podrobně popsány později v první kapitole. V druhé kapitole jsem v rámci porovnání dopravníků, uvedl nejpodstatnější systémy dopravníků v zemědělství, jejich obecný popis, a použití v zemědělských systémech.

V třetí kapitole jsem vybral druh dopravníku pro navrhovaný model. Dle normy ČSN ISO 5048 jsem vybral parametry jako dopravní rychlost, šířka pásu a sklon pásu. Následně jsem vybral nebo navrhnul jednotlivé prvky dopravníku. Jako první jsem navrhnul rám dopravníku, ke kterému budou přimontovány všechny prvky. Poté jsem vybral tuhé napínací zařízení a rozhodl se ho umístit na hnací buben místo obvyklého vratného bubnu. K pohonu dopravníku jsem vybral elektrobuben Interroll. Originální držák od Interroll nemohl být použit společně s napínacím zařízením, takže jsem navrhnul vlastní koncept držáku, který může být použit s oběma prvky. Následně jsem navrhnul koncový a spodní vratný buben s různými rozměry, vratné bubny jsou usazeny v ložiskovém domku UCFL203 v rámu dopravníku. Jako jeden z posledních prvků jsem navrhnul válečky pro nesení pásu, ve válečku je uložena hřídel v ložiskovém pouzdru, na kterém váleček rotuje, hřídel je přišroubována k rámu dopravníku. Těchto válečků je použito v horní i dolní větvi celkem 14. Dále byly navrhnuty mále válečky na hrany pásu v místě začátku skloněné části pásu pro jeho zkosení. Po navrhnutí všech těchto částí může být nasazen pás, který je dlouhý 13 900 mm a 400 mm široký. Jako poslední byl navrhnut podvozek dopravníku ze sestavy svařovaných obdélníkových profilů 60 x 40 x 3,2. K podvozku jsou navrhnuty dvě přívěsová kola 155/70 R13. Ke spojení s dopravním zařízením je navrhnutá tažná spojka AL KO AK 7 kompatibilní s tažnou koulí ISO 50. Opěrná noha je přivařena k oji podvozku a noha se vytahuje a zatahuje pomocí páky.

Ačkoli byl dopravník navrhnut podle normy pro konstruování dopravníků, pro reálné použití dopravníku by bylo potřeba provést podrobnější funkční výpočet páso-
vých dopravníků.

Seznam použité literatury

BAUER F. a kol., 2006 Traktory. Profi Press s.r.o., ISBN 80-86726-15-0

CELJAK, Ivo, 2013. DOPRAVNÍ A MANIPULAČNÍ ZAŘÍZENÍ. České Budějovice. Interní učební text. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích.

CELJAK, Ivo, 2017. Dopravní zařízení [online]. České Budějovice [cit. 2023-03-10]. Dostupné z: <http://kzt.zf.jcu.cz/wp-content/uploads/2017/02/Skripta-Dopravn%C3%AD-za%C5%99%C3%ADzen%C3%AD-I..pdf>. Interní učební text. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích.

ČSN 26 2008, 1993. Svislé korečkové elevátory. Základní parametry a rozměry. 11/1993. Praha: Federální úřad pro normalizaci a měření.

ČSN EN 10305-5, 2017. Ocelové trubky pro přesné použití - Technické dodací podmínky - Část 5: Svařované čtvercové a obdélníkové trubky kalibrované za studena. 12/2016. Brusel: Evropský výbor pro normalizaci.

ČSN ISO 5048, 1993. Zařízení pro plynulou dopravu nákladů. Pásové dopravníky s nosnými válečky. Výpočet výkonu a tahových sil. 03/1994. Praha: Český normalizační institut.

Dopravníky. ELUC: Elektronická učebnice [online]. [cit. 2023-03-10]. Dostupné z: <https://eluc.ikap.cz/verejne/lekce/1923>

DRUM MOTOR DM SERIES DM 0113. Interroll [online]. [cit. 2023-03-13]. Dostupné z: https://www.interroll.com/fileadmin/products/product_data/DM-0113/DM_0113_EN.pdf

GAJDŮŠEK, Jaroslav a Miroslav ŠKOPÁN, 1988. Teorie dopravních a manipulačních zařízení. Brno. Učební text. Vysoké učení technické v Brně.

GLOVER, Thomas J., 1995. Pocket Ref. Sequoia Publishing. ISBN 978-1885071002.
HRABOVSKÝ, Leopold, 2021. Manipulační jednotky Přepravní jednotky Manipulační prostředky [online]. Ostrava [cit. 2023-03-10]. Dostupné z: http://www.342.vsb.cz/hra42/TLSO_2.pdf. Elektronická podpora výuky. Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava.

CHROMEK, Jiří, 2013. KOREČKOVÝ ELEVÁTOR [online]. Brno [cit. 2023-03-16]. Dostupné z: <https://core.ac.uk/download/pdf/30293297.pdf>. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně.

Interroll drum motors. Conveyorsdirect [online]. [cit. 2023-03-13]. Dostupné z: http://www.conveyorsdirect.co.uk/interroll_drum_motors1.html

Merlo Telehandler for Hire 6ton lift, 2023. APSEquipment [online]. [cit. 2023-04-01]. Dostupné z: <https://www.apsequipment.co.nz/equipment-hire/telehandlers/merlo-te-lehandler-for-hire-6ton-lift/>

MÍČKAL, Karel. Strojnictví: části strojů : pro učební a studijní obory SOU a SOŠ. Praha: Sobotáles, 1995. ISBN 80-85920-01-8.

Nařízení Rady (ES) č. 2018/858 ze dne 30. května 2018 o schvalování motorových vozidel a jejich přípojných vozidel, jakož i systémů, konstrukčních částí a samostatných technických celků určených pro tato vozidla a o dozoru nad trhem s nimi.

NASÁVACÍ PNEUMATICKÉ DOPRAVNÍKY OBILÍ, SACÍ ZRNOMETY KONGSKILDE. Zemědělské potřeby M+S [online]. [cit. 2023-03-16]. Dostupné z: <https://www.zemedelske-potreby.cz/kongskilde/pneumaticke-dopravniky-nasavaci>

RUDNITSKI, Sharon, ed., 1989. Handling agricultural materials: Air and pneumatic conveyors. Ottawa: Agriculture Canada. ISBN 0-660-13086-6. Dostupné také z: https://publications.gc.ca/collections/collection_2014/aac-aafc/agrhist/A15-1832-1989-eng.pdf

RUDNITSKI, Sharon, ed., 1989. Handling agricultural materials: Screw and bucket conveyors. Ottawa: Agriculture Canada. ISBN 0-660-13090-4. Dostupné také z: https://publications.gc.ca/collections/collection_2014/aac-aafc/agrhist/A15-1832-1989-eng.pdf

SYROVÝ O. a kol., 2008 Doprava v zemědělství. Profi Press s.r.o., ISBN 978-80-8672-630-4.

Tažná spojka AL-KO AK 7. ALASPRO [online]. [cit. 2023-03-17]. Dostupné z: <https://www.alaspro.cz/pro-nebrzdene-privesy/tazna-spojka-al-ko-ak-7-60-ausf--e-60x60-mm--750-kg/>

U30/R – PVC DOPRAVNÍKOVÝ PÁS. Gumex [online]. [cit. 2023-03-13]. Dostupné z: <https://www.gumex.cz/h/u30r-pvc-dopravnikovy-pas-05685>

Vyhláška č. 341/2014 Sb., Vyhláška o schvalování technické způsobilosti a o technických podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích

Seznam obrázků

Obrázek 1: Moderní traktor Case IH Puma 185 (vlastní zdroj)	17
Obrázek 2: Přípojně zařízení přívěs na balíky (vlastní zdroj).....	18
Obrázek 3: Automobil kategorie N1 s nástavbou (Celjak 2017)	20
Obrázek 4: Kolový dampř (Celjak, 2017).....	22
Obrázek 5: Teleskopický manipulátor JCB s lopatou (vlastní zdroj)	23
Obrázek 6: Adaptéry pro teleskopické manipulátory (vlastní zdroj)	24
Obrázek 7: Diagram zatížení P 60.10 (APSEquipment, 2023).....	25
Obrázek 8: Vysokozdvíhňý motorový vozík (eluc.kr-olomoucky.cz, 2021)	26
Obrázek 9: Typický šnekový dopravník (Rudnitski, 1989).....	27
Obrázek 10: Schéma pásového dopravníku (Gajdůšek a Škopán, 1988).....	29
Obrázek 11: Schéma redleru (Gajdůšek a Škopán, 1988).....	30
Obrázek 12: Schéma korečkového dopravníku (Chromek, 2013).....	31
Obrázek 13: Schéma pneumatického dopravníku obilí (Zemědělské potřeby M+S, 2015)	33
Obrázek 14: Dopravní pás (Gumex, 2023)	36
Obrázek 15: Řez elektrobubnem Interroll (Conveyorsdirect, 2006).....	38
Obrázek 16: Dimenze elektrobubnu DM 0113 (Interroll, 2022)	38
Obrázek 17: Koncový vratňý buben s UCFL203 (vlastní zdroj)	39
Obrázek 18: Spodňí vratňý buben s UCFL203 (vlastní zdroj)	39
Obrázek 19: Tuhé napínací zařízení (vlastní zdroj)	40
Obrázek 20: Navrhňutý držák x původňí držák (vlastní zdroj).....	41
Obrázek 21: Uložení válečků (Gajdůšek a Škopán, 1988)	42
Obrázek 22: Umístěňí válečků na dopravníku (vlastní zdroj)	42
Obrázek 23: Řez válečkem (vlastní zdroj).....	43
Obrázek 24: Speciální válečky (vlastní zdroj)	43
Obrázek 25: Výkřes rámu dopravníku (vlastní zdroj).....	44
Obrázek 26: Podvozek dopravníku (vlastní zdroj).....	44
Obrázek 27: Tažňá spojka AL-KO (ALASPRO, 2023).....	45
Obrázek 28: Výkřes a model opěřné nohy (vlastní zdroj)	45
Obrázek 29: Tažňá spojka a vytažená opěřňá noha (vlastní zdroj).....	46
Obrázek 30: Navrhňutý dopravník (vlastní zdroj)	47

Seznam tabulek

Tabulka 1: Hodnoty objemové hmotnosti materiálu v zemědělství (Srový, 2008) .	11
Tabulka 2: Základní technické údaje palet (Celjak, 2013)	12
Tabulka 3: Základní rozměry kontejnerů ISO řady 1 (Hrabovský, 2021).	13
Tabulka 4: Základní rozměry kontejnerů ISO řady 2 (Hrabovský, 2021).	13
Tabulka 5: Jmenovité dopravní rychlosti (Gajdůšek a Škopán, 1988)	35
Tabulka 6: Sypný úhel materiálu (Glover, 1995).....	36
Tabulka 7: Parametry pásu (Gumex, 2023)	36
Tabulka 8: Charakteristiky navrhnutého dopravníku.....	47

Seznam použitých zkratek a symbolů

GPS		globální polohový systém
PVC		polyvinylchlorid
v_p	$(m \cdot s^{-1})$	jmenovitá dopravní rychlosti
B_p	(mm)	šířka pásu
t_p	(mm)	tloušťka pásu
D_{bmin}	(mm)	minimální průměr pásu
m_p	$(kg \cdot m^{-2})$	hmotnost pásu
A	(mm)	průměr bubnu
FW	(mm)	šířka bubnu
D	(mm)	šířka hřídele bubnu
F	(mm)	šířka plochy pro držák bubnu
P_N	(kW)	jmenovitý výkon bubnu
v	$(m \cdot s^{-1})$	jmenovitá obvodová rychlost bubnu
MA	(Nm)	jmenovitý kroutící moment bubnu
α_m	$(^\circ)$	statický sypný úhel
Θ_m	$(^\circ)$	dynamický sypný úhel
S_m	(mm^2)	plocha průřezu náplně
ρ_m	$(kg \cdot m^3)$	sypná hmotnost
I_v	$(m^3 \cdot s^{-1})$	objemový dopravní výkon
I_m	$(kg \cdot h^{-1})$	hmotnostní dopravní výkon

Přílohy

Příloha 1: Výkres pásového dopravníku s kusovníkem

Příloha 2: Výkres napínacího zařízení s kusovníkem

Příloha 3: 3D model dopravníku